DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang | 25. Mai 1928 | Heft 21

Die Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1828 bis 1928.

Vorgeschichte, Begründung und Entwicklung.

Von Otto Baschin, Berlin.

Vor etwa einem Jahrhundert begann die räumliche Erweiterung unserer Kenntnis von der Erde und die Anwendung zahlreicher Zweige der beschreibenden und der exakten Naturwissenschaften auf die Erdoberfläche derart in den Vordergrund zu treten, daß die Geographie nicht nur bei Vertretern der Wissenschaft, sondern auch in weiteren Kreisen des gebildeten Publikums lebhafte Anteilnahme fand. Diese äußerte sich vielfach in dem Bedürfnis, über die Fortschritte auf dem Gebiete der Länderkunde laufend unterrichtet zu werden. Zeitschriften, welche bei wissenschaftlicher Zuverlässigkeit auf das Verständnis des nicht fachlich vorgebildeten Publikums zugeschnitten waren, gab es so gut wie gar nicht, und es ist daher verständlich, daß in den Hauptstädten der Kulturländer der Anreiz zur Veranstaltung geographischer Vorträge so mächtig wurde, daß er schließlich in Paris, Berlin und London zur Begründung geographischer Vereine führte.

Als älteste geographische Gesellschaft wird gewöhnlich die 1821 ins Leben getretene Société de Géographie zu Paris betrachtet, und tatsächlich hat sie auch von allen heute noch bestehenden die längste Lebensdauer. Aber auch sie ist nicht ohne Vorgänger, denn schon im achtzehnten Jahrhundert gab es zwei geographische Gesellschaften, eine deutsche und eine englische. Den Ruhm der ältesten geographischen Gesellschaft überhaupt darf die Kosmographische Gesellschaft in Nürnberg für sich in Anspruch nehmen, deren Entstehung um das Jahr 1740 anzusetzen sein dürfte. An die Öffentlichkeit trat sie jedoch erst 1746. Ihr Begründer war Joh. Michael Franz, der intellektuelle Leiter der Offizin der Homännischen Erben, jener großen kartographischen Anstalt, in deren Atlanten man auf den Karten der Jahre 1748—1765 hinter dem Namen des Kartographen mehrfach den Zusatz „Societatis geographicae sodalis", „de la soc. géogr. de Norimberg", „Societ. cosmogr. Norimb. sodalis" usw. findet. Die Ausdrücke kosmographisch und geographisch wurden damals als gleichbedeutend gebraucht. Es ist eine der vielen Verdienste der Gesellschaft, daß sie wohl zuerst, um 1750, den neuen Ausdruck „Erdkunde" geprägt hat. Zu ihren Mitgliedern gehörte auch Anton Friedr. Büsching, vor allem aber Tobias Mayer, einer der genialsten Mathematiker und Astronomen des achtzehnten Jahrhunderts. Die Gesellschaft veröffentlichte 1750 einen stattlichen Quartband (Kosmographische Nachrichten und Sammlungen auf das Jahr 1748. Zum Wachstum der Weltbeschreibungswissenschaft von den Mitgliedern der kosmographischen Gesellschaft zusammengetragen. Wien und Nürnberg 1750), mit Arbeiten von Franz, Mayer, Lowitz, Harenberg und Hase. Der Inhalt dieser, sowie einiger späteren Schriften ist außerordentlich interessant und ein Beweis für den wissenschaftlichen Ernst, die Gründlichkeit und die scharfe Kritik der Verfasser. Wir hören da u. a., daß in der Lausitz bis 1750 noch keine einzige astronomische Ortsbestimmung vorlag und daß zur Herstellung einer Karte von Ungarn die Itinerarien und Karten des alten römischen Reiches zu Rate gezogen werden mußten. „Diese römischen Wegweiser gaben manchmal bessere Auskunft als die allerneuesten Karten. Die astronomischen Bestimmungen, wie sie z. B. eine Connaissance des Temps angibt, sind sehr unzuverlässig, danach müßte man Wittenberg in Großpolen setzen"[1]. Durch den Tod und Wegzug gerade der tätigsten Mitglieder von Nürnberg verfiel die kosmographische Gesellschaft aber bald, und es scheint, daß sie 1765 schon nicht mehr bestand.

Als zweitälteste geographische Gesellschaft hat die African Association in London zu gelten, die am 9. Juni 1788 ihr Programm mit folgenden Worten eröffnete: „Unter den Gegenständen der Forschungen, die unsere Aufmerksamkeit am meisten fesseln, gibt es vielleicht keinen, der die Neugierde vom Kindes- bis zum Greisenalter so unablässig anspornt, keinen, den Gelehrte und Ungelehrte gleich begierig zu ergründen wünschen, als die Naturbeschaffenheit und Geschichte derjenigen Teile unserer Erde, die unserem Wissen bisher verborgen und unerforscht blieben. Dieses Verlangen haben die Reisen des verstorbenen Capitain Cook insoweit befriedigt, daß es zur See, mit Ausnahme der Pole, nichts von Bedeutung mehr zu erforschen gibt; aber zu Lande ist das zu Entdeckende noch so ausgedehnt, daß es wenigstens ein Dritteil der bewohnbaren Erdoberfläche umfaßt, denn beträchtliche Teile von Asien, noch größere von Amerika und fast ganz Afrika sind unerforscht und unbekannt"[2]. Obgleich nur aus 95 Mitgliedern bestehend, ist die African Association durch ihre Unternehmungen und Expeditionen für die geographische Wissenschaft von der nachhaltigsten

[1] Aus der Sturm- und Drangperiode der Geographie. Von Sophus Ruge. Zeitschr. f. wissenschaftl. Geographie, Wien, 5, 249—260, 355—364. 1885.

[2] A. Petermann: Vorschlag zur Gründung einer großen Deutschen Geographischen Gesellschaft. Petermanns Mittheilungen, Gotha, 12, 159—162. 1866.

Bedeutung geworden. Sie sandte u. a. auch FRIEDRICH HORNEMANN aus, der in ihrem Auftrage 1797—1800 das innere Nordafrika erforschte, aber auf dem Wege von Mursuk nach Bornu seinen Tod fand. Er war „der erste deutsche Entdecker sowie der erste Reisende, der eine Reisekarte mit Bemerkungen zur Beschreibung der Bodennatur und der Gewächserscheinungen versehen hat"[1]. Die African Association ging bei der Begründung der Royal Geographical Society in London 1831 in dieser auf.

Am 19. Juli 1821 konstituierte sich in Paris die Société de Géographie als älteste der noch bestehenden geographischen Gesellschaften, die auf eine ruhmreiche Vergangenheit zurückblicken darf. Ihre Bedeutung ist bei Gelegenheit der Feier des hundertjährigen Bestehens von den verschiedensten Seiten gewürdigt worden und darf daher als bekannt vorausgesetzt werden. Für uns Deutsche ist von Wichtigkeit und verdient mit besonderer Anerkennung hervorgehoben zu werden, daß ALEXANDER VON HUMBOLDT im Jahre 1845 Präsident dieser französischen Gesellschaft gewesen ist, welche die Erinnerung an den deutschen Vorsitzenden immer hochgehalten hat. Es ist wenig bekannt geworden, wie energisch die Société de Géographie darauf gedrungen hat, daß unter den Straßen von Paris auch wieder der Name eines ihrer ersten Mitglieder und ehemaligen Präsidenten vertreten sei, nachdem man unter der Wirkung der Kriegspsychose die alte Humboldtstraße nach einem Dichter umgetauft hatte. Der Antrag der Gesellschaft war von Erfolg gekrönt, denn durch einen, vom Seinepräfekten bestätigten Beschluß des Conseil municipal vom 25. April 1927 erhielt eine der neuen Straßen, nahe der Cité universitaire, den Namen Rue Alexandre de Humboldt[2]. Diese Ehrung eines, der Berliner Gesellschaft für Erdkunde eng verbundenen deutschen Gelehrten soll der Société de Géographie unvergessen bleiben.

Nur durch gelegentliche Erwähnungen in der Literatur wissen wir von der Existenz eines Berliner geographischen Vereins unter Leitung des Geographen ZEUNE, der schon 1808 bestand, in den Kriegsjahren von 1812—1815 jedoch wieder eingegangen ist. Es scheint aber, daß dieser Verein wesentlich dazu beigetragen hat, den Boden für die Begründung der Gesellschaft für Erdkunde vorzubereiten, denn ZEUNE war später eines ihrer eifrigsten Mitglieder. Eine weitere Anregung brachte 1820 die Berufung des Geographen CARL RITTER als Lehrer an die Allgemeine Kriegsschule und gleichzeitig an die Universität. Seine Lehrtätigkeit an beiden Unterrichtsanstalten, namentlich an der erstgenannten, war von großem Erfolg begleitet, und bald war es ihm gelungen, bei einer Schar begeisterter Schüler jugendlichen und reiferen Alters rege Teilnahme für die Geographie zu erwecken. Die Macht seiner Persönlichkeit, die nicht zuletzt in der ehrfurchtgebietenden äußeren Erscheinung begründet war, prädestinierte ihn von vornherein zur führenden Stellung.

Noch intensiver aber war der Einfluß, welchen ein Zyklus von 16 Vorträgen über physikalische Geographie ausübte, den ALEXANDER VON HUMBOLDT im Winter 1827—1828 vor einem, den verschiedensten Ständen angehörenden Herren- und Damenpublikum in den Räumen der Singakademie gehalten hatte. Zum erstenmal war hier den Berlinern ein Bild von den Wundern des Erdballs entrollt worden, welches nicht nur als Ergebnis eigener Forschungsreisen lebhafte Anteilnahme erweckte, sondern auch durch den, in gemeinverständlicher Form gehaltenen, mit echter Würde und auserlesener Anmut der Sprache vorgetragenen fesselnden Inhalt einen überaus großen Eindruck erzielte und begeisterten Beifall fand.

Den äußeren Anlaß zur Stiftung der Gesellschaft aber gab das fünfzigjährige Militärjubiläum des Ingenieurhauptmanns DANIEL GOTTLIEB REYMANN, der sich als Kartograph einen Namen gemacht hatte und Inspektor der Plankammer des Großen Generalstabes war. Welchen Ansehens sich dieser hervorragende Mann damals bei seinen dienstlichen Vorgesetzten erfreute, geht daraus hervor, daß König FRIEDRICH WILHELM III. dem, trotz seiner siebzig Jahre in voller Rüstigkeit stehenden Jubilar den Roten Adlerorden dritter Klasse verlieh, unter Überspringung der vierten Klasse, eine für die damals herrschenden Anschauungen ganz ungewöhnliche Auszeichnung. Da REYMANN gleichzeitig auch sein fünfzigjähriges Jubiläum als Kartograph feierte, so veranlaßte HEINRICH BERGHAUS eine Nachfeier des Dienstjubiläums durch ein Festmahl, welches in dem Kemperschen Gartenlokal, an der Stelle des heutigen Kemperplatzes, stattfand, und an welchem sich Koryphäen der Naturforschung und der Geographie des damaligen Berlin mit Professoren, Schulvorstehern, Kartographen, Offizieren, Diplomaten und anderen hervorragenden Persönlichkeiten zu einer überaus gelungenen Feier vereinigten. Unter den 54 Teilnehmern finden wir von bekannten Naturforschern u. a. LEOPOLD VON BUCH, ADALBERT VON CHAMISSO, JOHANN FRANZ ENCKE, ALEXANDER VON HUMBOLDT, HANS LICHTENSTEIN, JOHANN AUGUST ZEUNE. Auf Vorschlag von BERGHAUS wurde damals beschlossen, „die heutige Zusammenkunft als Anfang eines permanenten Vereins der Geographen Berlins zu betrachten", und in der konstituierenden Sitzung vom 7. Juni 1828, in welcher die endgültige Annahme der Statuten erfolgte, wurde ebenfalls ausgesprochen, daß jene Festversammlung in Kempers Garten als Gründungstag der Gesellschaft anerkannt werde, zum Andenken an das Jubelfest ihres ersten Ehrenpräsidenten. Als Datum dieses Tages, welcher als der Geburtstag der Gesellschaft für Erdkunde zu gelten hat, wird von dem eigentlichen Begründer BERGHAUS in mehreren Briefen der 18. April angegeben,

[1] OSCAR PESCHEL: Geschichte der Erdkunde bis auf ALEXANDER VON HUMBOLDT und CARL RITTER. München 1865. S. 506.

[2] La Géographie, Paris 47, 291. 1927.

während in den Veröffentlichungen der Gesellschaft meist der 20. April genannt wird. Die Gesellschaft zählte am Schluß ihres ersten Vereinsjahres 84 Mitglieder und bei der 100. Sitzung, am 2. Januar 1836, hatte deren Zahl nur auf 119 zugenommen. Beim fünfundzwanzigjährigen Stiftungsfest 1853 betrug sie schon 382, 1888 erreichte sie 1000 und das neueste Verzeichnis führt 1073 ordentliche Mitglieder auf, darunter 324 auswärtige. Als erste Ehrenmitglieder wurden 1832 A. v. HUMBOLDT und L. v. BUCH gewählt, aber es entwickelte sich bald der Grundsatz, daß Inländer nicht zu Ehrenmitgliedern ernannt werden sollten, ein Brauch, der freilich nicht streng innegehalten wurde.

Schon das erste Mitgliederverzeichnis der jungen Gesellschaft weist zahlreiche hervorragende Männer des damaligen Berlin auf, und namentlich waren es die Naturwissenschaftler, Mathematiker und Geodäten, Physiker und Astronomen, Geologen und Botaniker, Zoologen und Ärzte, aber auch Schulmänner, Bibliothekare, Juristen, Geistliche, sowie Angehörige der nicht gelehrten Berufe, Prinzen und Offiziere, Kartographen und Techniker, Beamte, Buchhändler, Kaufleute, Rentiers usw., die nicht nur Mitglieder wurden, sondern auch mit regem Interesse die Sitzungen besuchten. In den ersten Jahresberichten bereits wird anerkennend hervorgehoben, „wenige ähnliche Gesellschaften möchten sich rühmen können, wie die unsrige, im Laufe eines Jahres nie unter die Hälfte der Mitgliederzahl, zuweilen zwei Dritteile derselben versammelt gesehen zu haben". Die Zusammensetzung des Mitgliederbestandes aus den verschiedensten Ständen kann in der ersten Zeit als Folge des Mangels an anderen wissenschaftlichen Gesellschaften betrachtet werden, deren Darbietungen dem Verständnis eines breiteren Publikums angepaßt waren. Daß diese Vielseitigkeit aber auch später bestehen blieb, als zahlreiche Vereine in Berlin die verschiedensten Zweige der naturwissenschaftlichen und geographischen Betätigung teils in streng wissenschaftlicher, teils in populärer Form betrieben, ist auf die eigentümliche Art zurückzuführen, in welcher die Gesellschaft für Erdkunde den Zusammenhang unter ihren Mitgliedern aufrecht zu erhalten verstand.

Gleich in dem ersten Satz des ersten Tätigkeitsberichtes wird der junge Verein als ein geselligwissenschaftlicher bezeichnet, ein Eigenschaftswort, das wir auch später wiederfinden. Es wurde damals streng auf die Gesellschaftsfähigkeit der neu eintretenden Mitglieder gesehen und die Formalitäten der Aufnahme waren daher ziemlich langwierig.

Als Zweck des Vereins wurde „die Beförderung der Erdkunde im weitesten Sinne des Wortes durch mündliche oder schriftliche Mitteilung" bestimmt. Der erste Vorsitzende CARL RITTER betonte ausdrücklich, daß die verschiedenartigsten Mitteilungen und Beiträge willkommen seien, wenn nur der rote Faden, der das Ganze zusammenbindet, sich hindurchschlingt und die Ergründung der mannigfaltigen geographischen Besonderheiten als leitender Gesichtspunkt erkennbar bleibt. Neuheit und Originalität der geographischen Forschung, Entdeckung, Betrachtung oder Mitteilung seien wünschenswert, während Wiederholungen schon bekannter Tatsachen und weitläufige Erörterungen abgelehnt werden müßten. Beachtenswert ist, daß man damals ausdrücklich hervorhob, es wäre eine törichte Anmaßung, von der Tätigkeit des Berliner Vereins in demselben Sinne reden zu wollen, in welchem die geographischen Gesellschaften in London und Paris zu wirken imstande seien, die in großartigem Maßstabe zu anderen Zwekken angelegt und mit größeren Mitteln ausgerüstet, nur neue und wichtige Entdeckungen verkünden oder selbst veranlassen. Die Wirkung des Berliner Vereins sollte „in der Verallgemeinerung, Läuterung und Zusammenfassung der bei uns und anderweitig gewonnenen, auf die Erdkunde bezüglichen Resultate bestehen. Sein Verdienst ist es, einen Mittelpunkt für die verwandten Bestrebungen in unserem Kreise zu bilden, jeder vereinzelten Erfahrung, jedem Ergebnis einsamer Forschung die Gelegenheit zur läuternden Mitteilung, ja zur Veröffentlichung zu gewähren und den zahlreichen Freunden des anziehenden Studiums der Länder- und Völkerkunde, die in der wissenssinnigen Hauptstadt des Preußischen Staates sich um die berufenen Bearbeiter und Förderer desselben sammeln, ein Mittel zu wirksamer Befriedigung ihrer Neigung darzubieten. Er weist nur das bereits Gegebene und Bekannte von sich ab, indem er, um wirklich zu fördern, Ursprünglichkeit oder Neuheit der Mitteilungen zur Bedingung macht".

Diesen Richtlinien entsprachen die Darbietungen in den Versammlungen, von denen das Programm der ersten Sitzung am 5. Juli 1828, in welcher auch der Name des Vereins als „Gesellschaft für Erdkunde" festgesetzt wurde, ein Beispiel geben mag. BERGHAUS referierte über eine in russischer Sprache verfaßte Beschreibung Sibiriens, sowie über eine in Santa Fe de Bogotá erschienene kleine Geographie von Columbien und die Balance politique du Globe vom Jahre 1828. Dann legte er die Jomardschen Karten über Ägypten vor und gab schließlich eine Übersicht über die neueren, insbesondere durch die Bemühungen des Bischof HEBER angebahnten Fortschritte unserer Kenntnisse von Indien. ZEUNE sprach über Marco POLO und über die auf der Berliner Königlichen Bibliothek befindliche Handschrift seiner Reise. v. CHAMISSO legte einen Brief EICHWALDS vor, in welchem dieser Reisende seine Untersuchungen am Kaspischen und Aralsee sowie seine Reisen im Kaukasus, nach Tiflis und Eriwan, schilderte. RITTER teilte STRUVES vorläufigen Bericht über die russische Gradmessung, Nachrichten über das Leben des berühmten Reisenden BURKHARDT und MOREAUS Statistik von Irland (British and Irish produce usw. London 1826) mit. Über einen merkwürdigen großen Sonnenfleck sprach KUNOWSKI

und v. OESFELD schließlich über das von DENAIX herausgegebene Tableau orographique de l'Europe.

Mitunter wurde der Begriff „Erdkunde" recht weit gefaßt, und so gab es zuweilen auch Mitteilungen über Skulpturen, Blitzröhren, Meteorsteine, Sprachen, Nationalfarben, antike Bauwerke usw. Während der ersten zwei Jahrzehnte hatten die Mitteilungen in den Sitzungen vorwiegend einen referierenden Charakter und bezogen sich hauptsächlich auf das im Auslande Geleistete.

In die Öffentlichkeit trat die Gesellschaft bei Gelegenheit der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, Ende September 1828, welche zahlreiche Gelehrte, z. B. BERZELIUS, OERSTED, GAUSS u. a. nach Berlin geführt hatte. Ihre erste größere Festlichkeit beging sie am 17. Februar 1838 zur Feier von RITTERS Heimkehr aus Konstantinopel, und dann begannen die Stiftungsfeste in fünfjährigen Intervallen sich zu immer größeren Veranstaltungen zu entwickeln, in denen nicht nur die Wissenschaft, sondern auch die Geselligkeit und der Humor zu ihrem Rechte kamen. In dieser Hinsicht ist eine von DOVE beim fünfundzwanzigjährigen Stiftungsfest gehaltene Rede bezeichnend, aus welcher zugleich hervorgeht, wie ein den Sitzungen folgendes gemeinschaftliches Abendessen, dessen Preis im Mitgliedsbeitrag einbegriffen war, viel dazu beitrug, die Teilnehmer in geselligem Kreise zusammenzuhalten. „Wir bezahlen, streng genommen, nur das Abendessen, welches sich an unsere Vorträge anschließt. Ein gewöhnlicher Mensch bezahlt nun aber sein Essen nur, wenn er es wirklich ißt, ein Mitglied der geographischen Gesellschaft hingegen auch, wenn er es nicht ißt. Diesem tiefen finanziellen, eines großen Staatsmanns würdigen Gedanken weiß ich nur einen ähnlichen an die Seite zu stellen, der bei der Berechnung der Mahl- und Schlachtsteuer in Beziehung auf die Einkommensteuer in Anwendung kommt, nach welcher nämlich eine aus 10 Personen bestehende Familie genau soviel ißt, als eine aus zweien. Ich werde Sie nicht durch Angabe der Summe in Erstaunen setzen, welche wir uns auf diese Weise vom Munde abgedarbt haben. Sie wissen, was in dieser Beziehung deutsche Gelehrte vermögen. Ich brauche Sie nur an KÄSTNER zu erinnern, der an der Spitze einer Deputation, um über die Übergabe von Göttingen an das Belagerungskorps zu unterhandeln, dem Befehlshaber auf seine Drohung, er werde die Stadt aushungern, wenn sie sich nicht ergebe, ruhig erwiderte: DieseDrohung schreckt mich nicht, ich bin sieben Jahre außerordentlicher Professor an der Universität Leipzig gewesen, ich bin an Hunger gewöhnt."

Es klingt zwar eigentümlich, entspricht aber den Tatsachen, das jenes eben erwähnte gemeinschaftliche Abendessen und vielleicht noch mehr das ihm folgende zwanglose Beisammensein in hohem Maße zum Emporblühen der Gesellschaft beigetragen haben. Nach dem bunten Durcheinander während des Essens trat nämlich eine fast streng geschiedene Sonderung der Anwesenden nach ihrer Berufstätigkeit ein, und gewöhnlich bildeten sich an kleinen Tischen einzelne Gruppen von Fachgenossen. Physiker und Astronomen, Geographen, Geologen, Botaniker, Zoologen, Anthropologen, Mediziner, Schulmänner, Juristen, Kolonialenthusiasten, Offiziere, Künstler, Kaufleute usw. schlossen sich zu kleinen Kreisen zusammen. In diesen Gruppen aber wurden eifrig geographische Zeitfragen diskutiert, in lebhaftem Meinungsaustausch eigene und fremde Forschungen näher beleuchtet und vor allem von der Möglichkeit, sich bei Autoritäten eines anderen Fachs Rat zu holen, ausgiebig Gebrauch gemacht. Gerade in diesem geselligen Anhängsel der Sitzungen trat die Überlegenheit der Gesellschaft für Erdkunde über diejenigen wissenschaftlichen Vereine, welche die Pflege eines einzelnen Sonderfaches betrieben, klar zutage, und sie erklärt die Anziehungskraft unserer Gesellschaft auf alle geistig regsamen Fachleute der verschiedensten Gebiete. Aber auch dem Vortragenden und manchem berühmten auswärtigen Gast bot sich hier Gelegenheit, bestimmte, in Nachbargebiete hinübergreifende Probleme gleich mit Vertretern des betreffenden Faches in zwangloser Aussprache eingehend zu erörtern.

Das belebende und beherrschende Element der Gesellschaft ist in den ersten Jahrzehnten ihr geistiger Leiter, CARL RITTER, gewesen. In einer Zeit, die arm an großen geographischen Taten war, förderte er besonders die philosophische Erfassung der Erdkunde und die Verbreitung ihrer Kenntnis. Aber noch zu seinen Lebzeiten begann eine Ära schneller Erweiterung unseres räumlichen Gesichtskreises. Es machte sich der Trieb zur selbständigen wissenschaftlichen Erforschung unbekannter Länder mehr und mehr geltend, und als erste größere geographische Unternehmung hat die Beteiligung unserer Gesellschaft an der nord- und zentralafrikanischen Entdeckungsreise von HEINRICH BARTH (1850—1855) zu gelten, mit welcher sie den Übergang in eine neue Entwicklungsphase anbahnte. Aus dem Stadium rezeptiven Verhaltens ging sie in ein solches positiver Leistungen und Taten über. Wir begegnen jetzt überall Mitgliedern der Gesellschaft als bahnbrechenden Forschungsreisenden. Der Reiz ihrer lebendigen Berichte, welche sie in eigener Person über die Ergebnisse ihrer kühnen Züge und Fahrten in den Sitzungen abstatten konnten, und der Glanz ihrer Namen kam dem weiteren kraftvollen Emporblühen der Gesellschaft zugute. Ihre Blütezeit erreichte diese Periode der großen kontinentalen Reisen aus rein idealen Motiven in den siebziger Jahren. Damals wurde gewissermaßen als Tochtergesellschaft die „Afrikanische Gesellschaft in Deutschland" begründet, die 1889 wieder in der Gesellschaft für Erdkunde aufging.

Nach dem Zeugnis auswärtiger Gäste waren die Sitzungen der Berliner Gesellschaft zu jener Zeit

die regelmäßig am meisten besuchten von allen geographischen Gesellschaften Europas. Unter den Forschungsreisenden sind zahlreiche Träger der berühmtesten Namen, wie BARTH, NACHTIGAL, v. RICHTHOFEN, ROHLFS, SCHWEINFURTH u. v. a. eng mit der Geschichte der Gesellschaft für Erdkunde verknüpft. Der wissenschaftlichen Bedeutung und den hervorragenden menschlichen Eigenschaften FERDINAND VON RICHTHOFENS ist es zu verdanken, daß in der Periode von 1873 bis 1905 in welcher er mit den, durch die Statuten vorgeschriebenen Unterbrechungen den Vorsitz führte, sowohl das innere Leben der Gesellschaft sich zu hoher Blüte entfaltete, als auch ihre Stellung nach außen mächtig an Bedeutung gewann. Den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreichte sie bei der Tagung des 9. Internationalen Geographenkongresses in Berlin 1899.

Mit der zunehmenden Entschleierung des Erdballs schwand allmählich der Reiz des Unbekannten und der Überraschungen, aber die geographische Forschung empfing immer wieder Anregungen durch die wissenschaftliche Vertiefung, methodische Sammlung und Bearbeitung neuen Tatsachenmaterials. Die extensive Forschung verlor an Bedeutung gegenüber der intensiven, und dieser Änderung trug die Gesellschaft durch Einführung von Fachsitzungen Rechnung, in welchen sich auch heute noch an den Vortrag ausführliche Diskussionen zu knüpfen pflegen. Inzwischen waren Lehrstühle für Geographie an allen deutschen Universitäten und an anderen Unterrichtsanstalten begründet worden, und die Leitung der Gesellschaft ging von den Forschungsreisenden wieder auf die Universitätsprofessoren über. Damit steigerte sich der Prozentsatz der Studierenden unter den Mitgliedern, und der 1898 gefaßte Beschluß, Damen die Mitgliedschaft zu gestatten, ist auf deren Zulassung zum Universitätsstudium zurückzuführen, welche damals erfolgt war.

In dieser letzten Periode der Entwicklung haben namentlich G. HELLMANN und A. PENCK den größten Einfluß auf den Werdegang der Gesellschaft ausgeübt und es verstanden, die wissenschaftlichen Leistungen der Gesellschaft trotz Kriegs- und Inflationszeit auf der Höhe zu halten. Aber auch alle übrigen Vorsitzenden haben natürlich in hervorragender Weise dazu beigetragen, die Entwickelung der Gesellschaft zu fördern, und wenn ihre Taten nach außen hin nicht so stark in die Erscheinung traten, so liegt dies zum größten Teil lediglich daran, daß sie den Vorsitz nur kurze Zeit inne hatten. An der Spitze der Gesellschaft standen als Ehrenpräsidenten: DANIEL GOTTLIEB REYMANN 1828—1837, HEINRICH WILHELM DOVE 1873—1879, ADOLF BASTIAN 1883 bis 1905 und GUSTAV HELLMANN seit 1919. Vorsitzende waren: RITTER, HOFFMANN, LICHTENSTERN, EHRENBERG, DOVE, BARTH, BASTIAN, v. RICHTHOFEN, NACHTIGAL, v. SCHLEINITZ, REISS, VON DEN STEINEN, v. WISSMANN, HELLMANN, WAHNSCHAFFE, PENCK, v. BESELER, KOHLSCHÜTTER, DIELS.

Es hieße aber die Geschichte der geographischen Wissenschaft und der Entdeckungen eines Jahrhunderts schreiben, wenn wir neben den leitenden Persönlichkeiten noch der zahlreichen bedeutenden und verdienten Männer gedenken wollten, deren Namen untrennbar mit der Geschichte der Gesellschaft verküpft sind, und wenn wir auch nur die wichtigsten wissenschaftlichen Taten, Festsitzungen, Empfänge, Ehrungen usw. erwähnen wollten. Dies erübrigt sich auch deshalb, weil die Feier des Jubiläums, die in den Tagen vom 24.—26. Mai stattfinden wird, den Anstoß geben dürfte, eine authentische Darstellung des inneren Lebens der Gesellschaft in dem verflossenen Jahrhundert zu veröffentlichen.

Das größte wissenschaftliche Rüstzeug der Gesellschaft bildet ihre Bibliothek, deren erster, 1844 gedruckter Katalog 386 Nummern umfaßt. Die späteren Bücherverzeichnisse von 1888 und 1903 geben eine gute Vorstellung von dem schnellen Anwachsen der Bücherschätze, die gegenwärtig etwa 52000 Bände ausmachen. Einen besonders wertvollen Bestandteil bildet die 138 Bände umfassende Sammlung der Schriften von und über ALEXANDER VON HUMBOLDT, welche als HUMBOLDT-Bibliothek in einem, seinem Andenken gewidmeten Zimmer des Hauses der Gesellschaft einen würdigen Platz gefunden hat.

Von der Kartensammlung, die heute 23000 Karten und Atlanten enthält, wurde in den Jahren 1889—1894 ein handschriftlicher Katalog angefertigt.

Für besondere Zwecke, namentlich zur Förderung von Forschungsreisen, für wissenschaftliche Unternehmungen, Herausgabe von Sonderpublikationen, Verleihung von Medaillen usw. standen der Gesellschaft eine Reihe von Stiftungen zur Verfügung, deren älteste, die KARL RITTER-Stiftung, 1860 begründet wurde. Hierzu kamen später noch weitere von HENRY LANGE, GERHARD ROHLFS, GUSTAV NACHTIGAL, WILLIAM SCHÖNLANK, ALFRED KRUPP, FERDINAND VON RICHTHOFEN, FERDINAND und IRMGARD VON RICHTHOFEN herrührende, bzw. nach ihnen benannte Stiftungen. Goldene und silberne Medaillen, welche die Gesellschaft verleiht, tragen die Namen VON HUMBOLDT, KARL RITTER und NACHTIGAL. Gemeinschaftlich mit anderen Vereinen steht der Gesellschaft für Erdkunde die Verfügung über die Rudolf VIRCHOW-Stiftung und die Verleihung der GEORG NEUMAYER-Medaille zu.

Als erste Veröffentlichung sind jene sechs kurzen jährlichen Übersichten zu betrachten, welche die jeweiligen Vorsitzenden in den Jahren 1834—1839 über die Tätigkeit der Gesellschaft gaben. Dann folgen 1840 bis 1853 die als Mauuskript gedruckten Erinnerungsschriften an die Feiern des 25., 30., 35. und 40. Stiftungsfestes. Von 1840 an erschienen regelmäßige Monatsberichte, im ganzen 14 Bände, die im Jahre 1853 zu der „Zeitschrift für allgemeine Erdkunde" ausgestaltet wurden, welche 25 Bände umfaßt. Diese Serie schloß mit dem

Jahre 1865, und seit 1866 führt das Vereinsorgan den Titel „Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin". Es gab jedoch eine Zeit, während welcher diese eine Zeitschrift nicht genügte. In jener vorher erwähnten Periode der großen Entdeckungsreisen erwies es sich als notwendig, die von allen Seiten zahlreich zusammenströmenden Berichte der Reisenden und das wertvolle, auf ihren Beobachtungen fußende wissenschaftliche Material möglichst schnell zur Kenntnis der Mitglieder und aller geographischen Kreise zu bringen. Es war daher ein höchst zeitgemäßes Unternehmen neben der Zeitschrift noch „Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin" herauszugeben, welche von 1873 an geographische Neuigkeiten, briefliche Mitteilungen von Forschungsreisenden und Geographen, Berichte über die in den Sitzungen gehaltenen Vorträge und andere Vorgänge in der Gesellschaft, sowie Bücherbesprechungen usw. enthielten. Für die große Mehrzahl der Mitglieder boten die monatlich erscheinenden Verhandlungen einen überaus interessanten und vielseitigen Lesestoff, während die vierteljährlich herauskommende Zeitschrift mit ihren wissenschaftlichen Abhandlungen und Kartenbeilagen mehr den Charakter einer für Fachleute berechneten Ergänzungsbeilage erhielt. Es waren im wesentlichen äußerliche Gründe, welche dazu führten, von 1902 ab, nachdem 28 Bände erschienen waren, die Verhandlungen wieder in die Zeitschrift aufgehen zu lassen. Aber dieser Schritt erwies sich in der Folge auch innerlich als gerechtfertigt, denn die moderne Entwicklung der Tagespresse brachte es mit sich, daß geographische Neuigkeiten nicht, wie früher, durch die Fachzeitschriften, sondern durch die Zeitungen zuerst in die Öffentlichkeit gelangten. Von den Vorträgen wurde ebenfalls nur ein Teil veröffentlicht, und schließlich schrumpften die Berichte über dieselben vielfach zu einer, nur wenige Zeilen umfassenden Inhaltsangabe zusammen. Einen gewissen Ersatz für diesen Ausfall haben die Referate geboten, welche seit 1914 regelmäßig in den NATURWISSENSCHAFTEN erschienen sind. 1924 wurde mit der Herausgabe von Ergänzungsheften zu der Zeitschrift begonnen.

Neben den laufenden Zeitschriften aber hat die Gesellschaft auch wertvolle Sonderpublikationen veröffentlicht: Die Festschrift von KONRAD KRETSCHMER über die Entdeckung Amerikas in ihrer Bedeutung für die Gestaltung des Weltbildes mit Atlas 1892; die HUMBOLDT-Centenarschrift 1899; drei Karten von GERHARD MERCATOR in 41 Tafeln Faksimiledruck 1891; die Grönland-Expedition von ERICH VON DRYGALSKI in 2 Bänden 1897; den dritten Band des RICHTHOFENschen Chinawerkes von ERNST TIESSEN mit Atlas von MAX GROLL 1907; die „Bibliotheca Geographica", 19 Bände, 1895—1918 u. a. m.

Der Weltkrieg und die Inflationsjahre haben es der Gesellschaft unmöglich gemacht, weiterhin derartige, zum Teil prächtig ausgestattete Werke herauszubringen. Die Fonds der Stiftungen und das Kapitalvermögen gingen größtenteils verloren, der Fortfall des gemeinschaftlichen Essens lockerte den Zusammenhalt der Mitglieder, und es wird noch viele Jahre dauern, bis die Gesellschaft die frühere Höhe erreicht haben wird. Aber der Anfang ist gemacht, und an ihrem hundertsten Geburtstag kann die Gesellschaft für Erdkunde wieder hoffnungsfreudig in die Zukunft blicken. Sie wird auch weiterhin, ihrer alten Tradition getreu, bestrebt sein, der Aufgabe gerecht zu werden, welche ihr FERDINAND VON RICHTHOFEN vor vierzig Jahren gestellt hat, nämlich „einen Brennpunkt zu bilden, in welchem die Strahlen von den verschiedensten Richtungen sich vereinigen, und sich das Ziel stellen, die Kunde der gesamten Erde zu pflegen, der Entdeckung und Forschung in allen ihren Teilen zu folgen und die Reisenden aller Nationen zu begleiten, wo sie die Kenntnis zu fördern bereit sind".

Zur Elektronentheorie der Metalle.

Von A. SOMMERFELD, München.

Unter der gleichen Überschrift habe ich im 41. Heft des vorigen Jahrganges der NATURWISSENSCHAFTEN über einen Versuch berichtet, die so stark in Mißkredit gekommene alte Elektronentheorie der Metalle zu rehabilitieren, nicht durch neue physikalische Annahmen, sondern durch eine Revision der statistischen Behandlung der alten Annahmen von DRUDE und H. A. LORENTZ. Die neue Statistik ist gewachsen auf dem Boden der *Wellenmechanik*, die, von DE BROGLIE kühn entworfen, von SCHRÖDINGER fest begründet und als identisch mit der (noch fester begründeten) HEISENBERGschen *Quantenmechanik* erkannt, in allen Fragen der Atomphysik herrschend geworden ist. Nach der Wellenmechanik ist das Elektron als *Zustand* zu behandeln, nämlich als fortschreitende Welle oder, richtiger gesagt, als Gruppe von solchen Wellen, wobei die Fortpflanzung der Gruppe mit der Geschwindigkeit des Elektrons übereinstimmt, während die Fortpflanzung der Wellenphase innerhalb der Gruppe davon verschieden und durch die Gesamtenergie des Elektrons gegeben ist. Diese Auffassung des Elektrons als Zustand statt als Individuum bringt eine andere Art der Abzählung, also eine andere Entscheidung über die für jede Statistik grundlegende Frage der *gleichwahrscheinlichen Fälle* mit sich, wie in der ersten Note etwas näher ausgeführt wurde. Aber es kommt noch etwas anderes hinzu, was die neue Statistik von der alten unterscheidet: *das Paulische Prinzip*. Dies besagt, daß innerhalb eines jeden Systems, sei es ein Atom oder ein Molekül oder ein Gas oder die Gesamtheit der freien Elektronen in einem Metall, *jeder Quantenzustand nur einmal vor-*

kommen darf. Die freien Elektronen im Metall sind ähnlich gequantelt, d. h. durch ganze Zahlen unterschieden, wie die akustischen Eigenschwingungen in einem Resonator. Die Quantenzahlen bedeuten wellenmechanisch dasselbe wie die Anzahl der Knoten, durch die die Eigenschwingungen des Resonators unterteilt und in Grund- und Oberschwingungen unterschieden werden. Wenn nun nach PAULI jeder dieser Quantenzustände im Elektronengas nur einmal vorkommen darf, so ergibt sich sofort eine sehr merkwürdige Konsequenz, die der klassischen *Maxwell-Boltzmannschen Statistik* diametral entgegenläuft und die für die neue *Fermi-Diracsche Statistik* charakteristisch ist: Die Zustände kleinster Quantenzahlen (kleinster Energie) sind voll besetzt, bei tiefer Temperatur herrscht Platzmangel; die Elektronen können ihrer großen Mehrzahl nach nicht solche Zustände einnehmen, wie sie sie nach der klassischen Statistik aufsuchen würden. Sie sind ein „Volk ohne Raum". Dabei haben im Elektronengas (wegen der kleinen Masse des Elektrons) als „tiefe Temperaturen" noch solche bis zu 10 000° zu gelten; das Elektronengas ist unter allen Umständen „entartet", d. h. eben in seinen Bewegungsmöglichkeiten durch das PAULIsche Prinzip beengt. Eine Folgerung daraus wurde schon in der ersten Note (vgl. daselbst Fig. 1) gezogen: die Existenz einer Nullpunktsenergie E_0 und das Verschwinden der spezifischen Elektronenwärme beim absoluten Nullpunkt bzw. die Kleinheit dieser Wärme bei allen endlichen Temperaturen. Diese Kleinheit war empirisch seit langem bekannt, aber nach der klassischen Statistik nicht zu erklären. Im folgenden drücken wir dieselbe Tatsache in anschaulicherer Weise aus und bereiten dadurch den Hauptgegenstand dieser Note vor, nämlich einen Bericht über den gegenwärtigen Stand der Frage nach der metallischen Leitfähigkeit.

I. Die mittlere Geschwindigkeit des Elektronengases und ihre de Broglieschе Wellenlänge.

In Fig. 1 stellen wir die Geschwindigkeitsverteilung nach der klassischen Statistik durch Kurve I, diejenige nach der neuen FERMIschen Statistik durch Kurve II dar. Die Ordinaten bedeuten die relativen Anzahlen derjenigen Elektronen, welche eine gegebene Geschwindigkeit v mit Spielraum dv in einer gegebenen Richtung besitzen, als Abszisse ist diese Geschwindigkeit aufgetragen. Im klassischen Falle haben wir die bekannte Glockenkurve (GAUSSsche Fehlerkurve). Am wahrscheinlichsten ist hier die Geschwindigkeit $v = 0$; die Geschwindigkeit fällt von da aus nach beiden Seiten exponentiell ab. Die Steilheit des Abfalles hängt von der Temperatur ab. Die mittlere kinetische Energie wird der absoluten Temperatur T proportional, die mittlere Geschwindigkeit also proportional mit $\sqrt{T}$. Nach der FERMIschen Statistik des entarteten Elektronengases dagegen verläuft die Verteilungskurve zunächst parallel der Abszissenachse im Abstande 1; jeder Zustand ist ja gerade *einmal* vertreten. Erst bei sehr großen Geschwindigkeiten tritt eine exponentielle Abnahme ein. Diejenige Geschwindigkeit, für die die Ordinate der Verteilungskurve von 1 auf $^1/_2$ gesunken ist, wollen wir „Halbwertsgeschwindigkeit" nennen und mit $\bar{v}$ bezeichnen. Nach den von FERMI entwickelten Formeln wird

$$\bar{v} = \frac{h}{m}\left(\frac{3n}{4\pi G}\right)^{\frac{1}{3}}. \tag{1}$$

n ist die Anzahl der Elektronen in der Volumeinheit, m die Elektronenmasse, h die PLANCKsche Konstante; G ist das statistische Gewicht eines individuellen Quanten-Zustandes, für das Elektron gleich 2 (nach der Hypothese des Elektronendralls, der sich entweder parallel oder antiparallel zu einem hinzugedachten Magnetfelde einstellen kann).

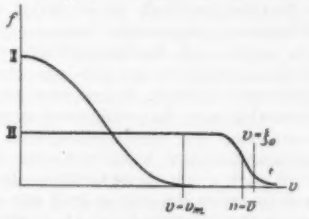

Fig. 1. Geschwindigkeitsverteilung f,
I, Gl. (5a), MAXWELLsche Verteilung (Gaußsche Fehlerkurve),
II, Gl. (5), FERMIsche Verteilung. Für letztere bedeutet:
$v = \bar{v}$ = Halbwertsgeschwindigkeit,
$v = v_m$ = mittlere Geschwindigkeit,
$v = \xi_0$ = Grenzgeschwindigkeit des RICHARDSON-Effektes.

Außer dieser Halbwertsgeschwindigkeit $\bar{v}$ ist in Fig. 1 auch die mittlere Geschwindigkeit v_m eingetragen, die man so definieren wird, daß man setzt:

$$E_0 = \frac{m}{2} v_m^2.$$

E_0 ist die oben genannte Nullpunktsenergie, von der sich die Energie E bei allen endlichen Temperaturen nur wenig unterscheidet. Aus dem schon von FERMI berechneten Wert von E_0 ergibt sich als Wert von v_m

$$v_m = \sqrt{\frac{3}{5}}\,\bar{v}. \tag{2}$$

Die mittlere Geschwindigkeit v_m ist also, ebenso wie $\bar{v}$, von der Temperatur unabhängig, im strikten Gegensatz zu der klassischen Statistik.

Gl. (1) läßt eine besonders einfache Deutung vom Standpunkte der Wellenmechanik zu. Zu jeder Elektronengeschwindigkeit gehört, wie oben gesagt, ein Wellenzustand, dessen Wellenlänge λ nach DE BROGLIE gegeben ist durch

$$\lambda = \frac{h}{mv}.$$

Gl. (1) besagt also, daß die zu $\bar{v}$ gehörige DE BROGLIE-sche Wellenlänge wird:

$$\lambda = \left(\frac{4\pi G}{3n}\right)^{\frac{1}{3}}. \tag{3}$$

Da n die Anzahl der Elektronen in der Volumeinheit, ist $\frac{1}{n}$ das Volumen, in dem sich durchschnittlich ein Elektron befindet. Setzen wir dieses gleich a^3, so wird nach (3)

$$\lambda^3 = \frac{4\pi}{3} a^3 G \tag{4}$$

in Worten: *der Kubus unserer zu $\bar{v}$ gehörenden de Broglieschen Wellenlänge ist gleich dem G-fachen* (Zweifachen) *der Kugel vom Radius a.* Nehmen wir an, daß jedes Metallatom gerade ein Elektron abgegeben hat, daß also die Metallatome einwertige Metallionen sind, so wird das dem einzelnen Elektron zukommende Volumen gleich dem Volumen, in dem sich durchschnittlich ein Metallion befindet. Handelt es sich um ein regulär krystallisierendes Metall, so bedeutet also a^3 den Elementarkubus des Krystallgitters und a seine Gitterkonstante. Da diese bekanntlich von der Größenordnung einiger ÅNGSTRÖMscher Einheiten ist, so wird auch λ von dieser Größenordnung, und zwar nach (4), etwa doppelt so groß wie a. Unsere Elektronenwellen entsprechen also *sehr weichen Röntgenstrahlen.* Z. B. berechnet sich für Ag $\lambda = 5{,}3$ ÅE. Wir werden daher später in der Lage sein, die Erfahrungen und Theorien, die in den letzten anderthalb Dezennien für die Beugung oder Streuung der Röntgenstrahlen gewonnen sind, auf die Metallelektronen zu übertragen.

Es ist sehr charakteristisch, daß alle Formeln meiner ersten Note, z. B. diejenigen für die elektrische und thermische Leitfähigkeit, für den THOMSON- und PELTIER-Effekt usw. Faktoren von der Form

$$\left(\frac{3n}{4\pi}\right)^{\frac{1}{3}}, \quad \left(\frac{4\pi}{3n_1}\right)^{\frac{1}{3}} \text{ usw.}$$

enthielten (wobei übrigens der in [3] hinzugetretene Faktor G mit Unrecht gleich 1 gesetzt war). Alle diese Formeln vereinfachen sich nun, wenn man sie durch die DE BROGLIEsche Wellenlänge ausdrückt und *verraten auf diese Weise auch äußerlich ihre wellenmechanische Herkunft.* In der ausführlichen Darstellung der Theorie, die inzwischen in der Zeitschr. f. Phys. **47**, S. 1 und 43 erschienen ist, sind die Formeln bereits in der hiernach angezeigten Weise umgeschrieben. Die im vorstehenden enthaltenen sowie die unter II zu berichtenden Resultate sind dort im einzelnen begründet.

II. Der Richardson- und Volta-Effekt.

Das Problem der Elektronenemission aus glühenden Metallen — eines Vorganges, der ja heutzutage die Grundlage der ganzen Radiotechnik bildet — war am Schluß meiner ersten Note als Anwendungsmöglichkeit genannt. Es ist seitdem von mir (l. c.) sowie von R. H. FOWLER (Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B Februar 1928) und von L. NORDHEIM (Zeitschr. f. Phys. **46**, 833) unter etwas verschiedenen Gesichtspunkten behandelt worden. Gemeinsam ist diesen Darstellungen die schon von RICHARDSON gemachte grundlegende Annahme, daß nur solche Elektronen aus der Metalloberfläche austreten können, deren Normalgeschwindigkeit größer als ein Grenzwert ξ_0 ist. Es mißt also

$$W_a = \frac{m}{2}\xi_0^2$$

die „äußere Austrittsarbeit", die das Elektron beim Passieren der „Oberfläche" überwinden muß. Über ihre physikalische Bedeutung werden wir uns sogleich verbreiten.

Man rechnet nun ohne Schwierigkeit die Größe des Elektronenstromes J aus, der die Oberflächeneinheit verläßt, wenn die Elektronen im Innern des Metalls das FERMIsche Verteilungsgesetz (5) an Stelle des MAXWELLschen (5a) befolgen (ξ, η, ζ sind die Geschwindigkeitskomponenten)

$$f = \frac{1}{\frac{1}{A} e^{\frac{\varepsilon}{kT}} + 1}, \tag{5}$$

$$f = A e^{-\frac{\varepsilon}{kT}}, \quad \varepsilon = \frac{m}{2}(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2). \tag{5a}$$

Wir stellen, wie in der ersten Note, die beiden Grenzfälle $A \ll 1$ (klassischer Fall, in welchem [5] in [5a] übergeht) und $A \gg 1$ (entarteter Fall) gegenüber. Für J ergibt sich

$A \ll 1$	$A \gg 1$
$I = \frac{en}{\sqrt{2\pi m}} (kT)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{W_a}{kT}}$	$I = \frac{2\pi e m G}{h^3} (kT)^2 e^{-\frac{W_a - W_i}{kT}}$.

Die erste Formel ist die ursprünglich von RICHARDSON abgeleitete, die zweite die von DUSHMAN, LAUE, SCHOTTKY modifizierte. Der Unterschied beider besteht zunächst in der Temperaturabhängigkeit T^2 an Stelle von $T^{\frac{1}{2}}$. Wenn auch schwer experimentell kontrollierbar, ist die neue Formel der alten in der Darstellung der Beobachtungen jedenfalls etwas überlegen. Unsere Theorie, nach der Entartung bis zu mehreren tausend Grad herrscht, liefert natürlich die neue Formel. Sodann haben wir den Unterschied im Exponenten zu beachten. Nach der alten Formel steht hier die äußere Austrittsarbeit W_a, nach der neuen die Differenz zwischen äußerer und „innerer Austrittsarbeit"; letztere ist gegeben durch

$$W_i = \frac{m}{2}\bar{v}^2, \tag{6}$$

berechnet sich also aus unserer Geschwindigkeit (1).

Nun ist natürlich

$$W_a > W_i, \text{ also } \xi_0 > v, \tag{7}$$

weil andernfalls alle Elektronen das Metall verlassen und dieses seinen metallischen Charakter verlieren würde. In Fig. 1 ist außer $\bar{v}$ auch die Grenzgeschwindigkeit ξ_0 eingetragen. Diese liegt wegen (7), $\xi_0 > \bar{v}$, auf dem exponentiellen Abfall der Verteilungskurve, wo diese bereits MAXWELLschen Charakter hat. Es wird daher verständlich, daß RICHARDSON aus den gemessenen Geschwindigkeiten der austretenden Elektronen schließen konnte, daß diese maxwellisch verteilt sind. Wir können diesen Schluß für die *austretenden* Elektronen bestätigen, müssen ihn aber für die im Metall *zurückgehaltenen* Elektronen, deren $\xi < \xi_0$ ist, im Sinne der Fig. 1 korrigieren.

Welche Kräfte sind es, die die freien Elektronen im Metall zurückhalten? Die Frage ist gleichbedeutend mit der nach dem Ursprung der Austrittsarbeit W_a. Bei einem gewöhnlichen Gas, das in einem Gefäß eingeschlossen ist, verhindern die elastischen Kräfte, die die Festigkeit der Wände ausmachen, den Austritt der Gasmoleküle. Bei dem Elektronengas sind diese Kräfte elektrischer Natur, also vermöge der Größe der elektrischen Elementarladung von besonderer Stärke. Das Gas der im Metallinnern freien Elektronen befindet sich sozusagen in einem elektrostatischen Käfig. Im Innern des Metalls neutralisieren sich durchschnittlich die positiven Metallionen mit den freien negativen Elektronen. Will ein Elektron aber aus dem positiven Metallgitter austreten, so unterliegt es der nach außenhin nicht neutralisierten Anziehung der positiven Metallionen und wird von diesen zurückgehalten, es sei denn, daß es eine exzeptionelle Geschwindigkeit $\xi > \xi_0$ besitzt.

Wir fragen sodann nach dem Ursprung der „inneren Austrittsarbeit" W_i. Diese entspricht einfach dem Druck des Elektronengases, welcher bei dem oben geschilderten Raummangel ungeheuer stark ist (er bemißt sich nach Hunderttausenden von Atmosphären und kann nur dank der außerordentlichen elektrostatischen Wandfestigkeit aufgenommen werden). Es ist klar, daß die effektive Austrittsarbeit, d. h. der Exponent der RICHARDSONschen Gleichung gleich der Differenz von äußerer und innerer Austrittsarbeit wird.

Ist es nun wirklich so, daß immer und notwendig $W_a > W_i$ sein muß? Nach früheren qualitativen Beobachtungen von LILIENFELD und nach quantitativen Untersuchungen MILLIKANS und EYRINGS scheint kein Zweifel zu sein, daß die Frage zu verneinen ist. Dies zeigt W. V. HOUSTON in einer Arbeit, die gleichzeitig mit den meinigen in der Zeitschr. f. Phys. erschienen ist. MILLIKAN und EYRING bringen starke Felder von 1 Mill. Volt pro Zentimeter an der Austrittsoberfläche an und erzielen schon bei Zimmertemperatur starke Elektronenströme, die bei steigender Temperatur nicht mehr erheblich ansteigen, allerdings nicht über die ganze Oberfläche verteilt, sondern nur von einzelnen winzigen Stellen derselben ausgehend. Der ganze Sachverhalt wird von HOUSTON mit Benutzung älterer SCHOTTKYscher Überlegungen folgendermaßen gedeutet: Der Potentialgradient des äußeren Feldes unterstützt das innere Austrittsbestreben der Elektronen, indem er sich in gewisser Weise dem Elektronendruck hinzugesellt. Die Summe beider erreicht rechnerisch zwar noch nicht die Größe von W_a. Man muß sich aber vorstellen, daß es schwache Stellen der Oberfläche gibt, in denen entweder W_a durch Verunreinigung heruntergesetzt oder in denen durch geometrische Unregelmäßigkeit (Spitzenwirkung) der Gradient des äußeren Feldes heraufgesetzt ist. Durch diese Umstände kann ein Faktor 100 erzielt werden, der rechnerisch nötig ist, die damit gemeinsame Wirkung von Druck und Potentialgradient den Widerstand W_a überwinden könne. Wir gelangen also zu folgendem Bilde: Der elektrostatische Käfig, in dem die Elektronen eingeschlossen sind, hat kleine Löcher. Werden die Elektronen von außenher sehr stark abgesaugt, so können sie durch diese auskommen, unter der gemeinsamen Saugwirkung von außen und Druckwirkung von innen. Der Druck ist im wesentlichen temperaturunabhängig, nämlich gleich dem Nullpunktsdruck. Also ist auch der Elektronenstrom fast temperaturunabhängig, ein „kalter Elektronenstrom" —

Als ich in meiner ersten Note über den *Volta-Effekt* schrieb, hatte ich eine fundamentale Schwierigkeit. Es ist ja überhaupt das Charakteristicum dieses am längsten bekannten elektrischen Effektes größeren Stils, daß er dem Experimentator und dem Theoretiker seit jeher besondere Schwierigkeiten gemacht hat. Meine Schwierigkeit bestand in folgendem: Wenn ich nur den Binnendruck der Elektronen berücksichtigte und für das Gleichgewicht der Berührungselektrizität zwischen zwei Leitern 1 und 2 verantwortlich machte, so erhielt ich für ihr Voltapotential die Gleichung

$$(8) \qquad eV_{12} = W_{i2} - W_{i1}.$$

Sie gibt aber das verkehrte Vorzeichen für die VOLTAsche Spannungsreihe! Ich mußte mir daher die Vorstellung bilden, daß nicht der Binnendruck allein, sondern auch die äußere Widerstandsarbeit W_a das Voltapotential bestimme nach der dem Vorzeichen und der Größenordnung nach richtigen Formel:

$$(9) \qquad eV_{12} = (W_{a1} - W_{i1}) - (W_{a2} - W_{i2}).$$

Aber dann schien es konsequent, den Energiebetrag W_a auch bei der Peltierdifferenz und Thermokraft in Rechnung zu setzen. Indessen werden hierdurch die thermodynamischen Relationen verletzt, welche diese Effekte mit dem Thomsoneffekt verknüpfen. Die fraglichen thermodynamischen Relationen sind zwar, da sie reversible Vorgänge voraussetzen, während die Stromleitung wegen der damit verbundenen Wärmetönung irreversibel zu sein scheint, oft angezweifelt, aber mit Unrecht: H. A. LORENTZ hat ihre strenge Gültigkeit bewiesen, indem er die Vor-

gänge reinlich reversibel angeordnet hat. Es ergab sich also der paradoxe Sachverhalt, daß W_a im Voltaeffekt zu berücksichtigen, in den thermoelektrischen Effekten nicht zu berücksichtigen war, wie ich es in meiner ersten Note getan habe.

Klärung brachte eine Untersuchung von Herrn C. ECKART, der ebenso wie Herr HOUSTON zur Zeit ein werter Gast der Münchner Universität ist. Auch die Note von ECKART ist am gleichen Orte veröffentlicht wie meine ausführlichen Arbeiten.

ECKART denkt sich die Metalle 1 und 2 nicht unmittelbar aneinander anschließend, sondern betrachtet den zwischen ihnen freigelassenen „Hohlraum". Im thermischen Gleichgewicht treten in diesen Elektronen ein, und es entsteht ein Feld im Hohlraum. Wir müssen unterscheiden zwischen dem Potential im Innern des Metalls und dem an der Oberfläche unmittelbar außerhalb des Metalls („Innen- und Außenwert des Potentials" V_i und V_a). Sie differieren, wenn wir sie mit der Elektronenladung e multipliziert denken, um die Austrittsarbeit W_a, so daß

$$e(V_i - V_a) = W_a, \quad e\,V_i = W_i$$

also

$$e\,V_a = -(W_a - W_i), \tag{10}$$

gültig für das Metall 1 so gut wie für 2. Die Voltadifferenz $1 \to 2$ ist die Differenz der *Außenwerte* der Potentiale 2 gegen 1, also wie in (9) angegeben:

$$e\,V_{12} = e(V_{a2} - V_{a1}) = (W_{a1} - W_{i1}) - (W_{a2} - W_{i2})\,.$$

Wir können diese Differenz bezeichnen als das Linienintegral des Hohlraumfeldes zwischen 1 und 2. Statt im Hohlraum zu integrieren, können wir aber natürlich auch von irgendeinem Außenpunkte an der Oberfläche von 1 nach irgendeinem Außenpunkte an der Oberfläche von 2 integrieren, was unter elektrostatischen Verhältnissen stets den gleichen Wert des Linienintegrals liefern muß. (Dagegen wäre das Linienintegral zwischen zwei Innenpunkten offenbar davon verschieden um die Differenz der Austraittsarbeiten W_a geteilt durch e.) Wir gelangen so zu einer rein *physikalischen Theorie des Voltaeffektes*, von chemischen Umsetzungen war nicht die Rede. Diese können den Voltaeffekt zwar maskieren, geben aber nicht das Wesen desselben. Wir sind vielmehr mit M. CORBINO der Meinung, daß auch die *chemischen Vorgänge in der Voltaschen Zelle* nur dann richtig verstanden werden können, wenn wir von der physikalisch gegebenen Existenz der Voltadifferenz der Metalle ausgehen (vgl. Philosoph. Mag. **4**, 436. 1927).

Von der hier betrachteten mittelbaren Berührung zweier Metalle wollen wir unterscheiden den unmittelbaren Kontakt an einer „Lötstelle". Bei immer innigerer Annäherung wächst das „Hohlraumfeld" immer mehr an und erreicht schließlich eine Größe, die zur Überwindung der Austrittsarbeit ausreicht. Dann können die Elektronen aus dem einen in das andere Metall übertreten, ohne die Austrittsarbeit überwinden zu müssen, und zwar in beiderlei Richtung. Dadurch läßt sich verstehen, daß bei den thermoelektrischen Effekten nur die Innenpotentiale V_i bzw. die inneren Austrittsarbeiten W_i maßgebend sind. Die Gültigkeit der thermodynamischen Relationen wird auf diese Weise auch statistisch- und modellmäßig erklärt.

Aus dem weiteren Inhalt der bereits veröffentlichten Arbeiten sollen hier nur noch wenige, für das Folgende nötige Mitteilungen gemacht werden.

Die freie Weglänge der Elektronen ist, wie man von den Kathodenstrahlmessungen, insbesondere von dem RAMSAUEReffekt her weiß, von der Geschwindigkeit v des ankommenden Elektrons abhängig. Wir schreiben daher statt wie früher l genauer: $l(v)$ und betrachten $l(v)$ als eine beliebige, empirisch gegebene Funktion. Es ist nun sehr erfreulich, daß sich alle Rechnungen und Integrationen bei beliebigem $l(v)$ ausführen lassen (den Anlaß zu dieser Erweiterung der Theorie gab mir eine freundliche briefliche Bemerkung von G. WENTZEL), mit dem Ergebnis, daß in den endgültigen Formeln einfach $l(\bar{v})$ an Stelle des früher konstant gesetzten l tritt. Dies gilt aber nur in der FERMIschen, nicht in der klassischen Statistik, nämlich nur auf Grund des Verteilungsgesetzes der Fig. 1; man zeigt nämlich leicht, daß der anfängliche konstante Teil der Verteilungskurve keinen Beitrag zu den betreffenden Integralen liefern kann, daß es also nur auf den Abfall der Verteilungskurve ankommt, der sich um den Wert $v = \bar{v}$ herum gruppiert. Dies gilt insbesondere für die elektrische Leitfähigkeit, die wir jetzt schreiben können

$$\sigma = \frac{4\pi}{3}\,G\,\frac{e^2 l(\bar{v})}{h\lambda^3}\,. \tag{11}$$

(λ gegeben durch Gl. [2] dieser Note; in der entsprechenden Gleichung der ersten Note stand l statt $l(\bar{v})$ und $\left(\frac{3n}{4\pi}\right)^{\frac{1}{3}}$ statt $\frac{1}{\lambda^3}$; ferner fehlte der Faktor $G = 2$).

In gewissen Fällen, z. B. bei der Thermoelektrizität, kommt es außer auf $l(\bar{v})$ auch auf den Wert von $\frac{dl}{dv}$ an, aber ebenfalls genommen für den besonderen Wert $v = \bar{v}$. Wie später noch zu benutzen sein wird, ist es bequem dies in der Größe

$$A = 1 + \frac{1}{2}\,\frac{\bar{v}}{l(\bar{v})}\,\frac{dl(\bar{v})}{d\bar{v}} \tag{12}$$

zusammenzufassen.

Schließlich sei erwähnt, daß auch die Theorie des HALL- und NERNST-Effektes in meinen ausführlichen Publikationen nach der FERMIschen Statistik behandelt worden ist, daß sich hier aber gegenüber der klassischen Behandlung keine wesentlich neuen Resultate ergeben.

III. Wellenmechanische Theorie der Leitfähigkeit, ihrer Temperatur und Druckabhängigkeit.

Am Schlusse der früheren Note habe ich auf den „schwachen Punkt" derselben hingewiesen,

nämlich auf die Einführung der freien Weglänge als einer geometrischen, durch die Konfiguration des Metallgitters gegebenen Größe, und habe eine physikalische Vertiefung dieses Begriffes im Sinne der Wellenmechanik gefordert. Das ist durch eine soeben fertiggestellte Arbeit von W. V. HOUSTON wirklich geleistet worden mit dem Ergebnis, daß nunmehr die Probleme der elektrischen Leitung in weitem Umfange befriedigend gelöst erscheinen. Die Methode von HOUSTON besteht in der Übertragung von Vorstellungen und Formeln, die ursprünglich für Röntgenstrahlen entwickelt waren, auf die Bewegung der Metallelektronen; sie legt also ebenso wie die neuesten Arbeiten über „Beugungsringe" von Elektronenstrahlen Zeugnis ab von der Fruchbarkeit der wellenmechanischen Auffassung corpusculärer Vorgänge, kurz gesagt, von der „Wellennatur des Elektrons".

In dieser neuen Theorie der freien Weglänge wird das Atom (besser gesagt das Metallion einschließlich seiner durchschnittlichen Umgebung von freien Elektronen) nicht mehr gedacht als harte Kugel von definiertem Radius, sondern als Kern mit elektrischer Atmosphäre, deren Abnahme nach außen der SCHRÖDINGERschen Eigenfunktion des Wasserstoffatoms im Grundzustande nachgebildet wird. Als charakteristischer Parameter tritt darin diejenige Länge b auf, in der die Dichte der Atmosphäre nach außen hin um $\frac{1}{e}$ abnimmt. b kann bezeichnet werden als effektive Ausdehnung des Atoms. An einer solchen Atmosphäre wird die *de Broglie-Welle*, welche das freie Elektron repräsentiert, gestreut (gebeugt), d. h. aus der ursprünglichen Richtung abgelenkt, und zwar mit einem angebbaren Betrage für jeden Ablenkungswinkel. Dies liefert den einen Faktor des Beugungsphänomens, optisch gesprochen, die Beugung am einzelnen Objekt (dem einzelnen Gitterstrich im Falle eines optischen Strichgitters). Der wesentliche Punkt in der HOUSTONschen Theorie ist nun aber der, daß die abgelenkten Elektronenwellen miteinander interferieren, ähnlich wie die Röntgenstrahlen im Krystall. Dieser Umstand liefert den zweiten Faktor des Beugungsphänomens, optisch gesprochen die Beugung, die von der regelmäßigen Anordnung der beugenden Elemente (z. B. der Aufeinanderfolge der Gitterstriche) herrührt. Gegenüber dem typischen Laue-Phänomen besteht dabei der folgende Unterschied: Die de Broglie-Wellenlänge des Elektrons ist (vgl. oben) größer als der Atomabstand der Metallionen, so daß sich diskrete Interferenzstrahlen am idealen Gitter im allgemeinen nicht ausbilden werden. Aber es bleibt die kontinuierliche Streuung, die von der thermischen Unordnung des Gitters herrührt und die mit der Temperatur zunimmt. Diese Streuung ist von den LAUE-Aufnahmen her als kontinuierlicher Untergrund bekannt und wurde von DEBYE im Jahre 1914 nach der gewöhnlichen Statistik berechnet. Die DEBYEschen Formeln bleiben in ihrer Anwendung auf das Metallgitter auch in der neuen wellenmechanischen Auffassung erhalten; sie können von den Röntgenwellen direkt auf die Elektronenwellen übertragen werden.

Die Forderung, daß die Verteilung der Elektronen auf die verschiedenen Winkel statistisch stationär sein solle, trotz der fortgesetzten Streuungseffekte, welche Elektronen aus einer Richtung in eine andere ablenken, liefert eine Gleichgewichtsbedingung, die mit derjenigen für die corpusculare Bewegung verglichen werden kann. Dieser Vergleich ermöglicht es, das *wellenmechanische Analogon der freien Weglänge* eindeutig zu definieren. Die freie Weglänge ergibt sich so als Funktion der Geschwindigkeit v des Elektrons, des Atomgewichtes A des Metallions, der Metalldichte d, der von DEBYE eingeführten charakteristischen Temperatur Θ für die Gitterschwingungen des Metalls und der absoluten Temperatur T; schließlich hängt sie ab von dem Verhältnis der Ausdehnung der Elektronenatmosphäre im Metallion, gemessen durch die schon genannte Länge b, zur Wellenlänge λ, die nach DE BROGLIE der Elektronengeschwindigkeit entspricht. Die Formel lautet

$$(13) \qquad l = \text{Const}\,\frac{A^2\Theta v^2}{d\,H(c)\,\Phi(x)}.$$

Die Funktionen H, Φ und ihre Argumente c und x sind folgendermaßen definiert:

$$(14)\quad \begin{cases} H(c) = \int_0^1 \dfrac{u^3 du}{(u+c)^2}, \quad \Phi(x) = \dfrac{1}{x^2}\int_0^x \dfrac{\xi d\xi}{e^\xi - 1}, \\ c = \left(\dfrac{\lambda}{4\pi b}\right)^2, \qquad x = \dfrac{\Theta}{T}. \end{cases}$$

Die Konstante in (13) hat den Wert $\frac{k}{24\pi e^4 L^2}$ (wie k = BOLTZMANNsche Konstante, e = Elektronenladung, L = LOSCHMIDsche Zahl).

Die Anzahl der freien Elektronen pro Atom ist dabei gleich 1 angenommen, ähnlich wie in der ersten Note des Verf. Wenn man sie z. B. bei mehrwertigen Ionen gleich z setzen würde, so würde in Gl. (13) der Nenner z^2 hinzutreten.

Zur Bestimmung der Leitfähigkeit σ kommt es, wie oben hervorgehoben, nur auf den Wert von l für die Halbwertsgeschwindigkeit $\bar{v}$ an. Die *Temperaturabhängigkeit* von σ ist nach Gl. (11) dieselbe wie die von l ($\bar{v}$). Die Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstandes $\varrho = \frac{1}{\sigma}$ wird also direkt dargestellt durch die Funktion $\Phi(x)$ aus Gl. (14). Ist $x \ll 1$, also $T \gg \Theta$, so folgt aus der Definition von $\Phi(x)$ unmittelbar

$$\Phi(x) = \frac{1}{x} = \frac{T}{\Theta}.$$

Für hohe Temperaturen ergibt sich so die wohlbekannte Proportionalität zwischen Widerstand und absoluter Temperatur. Das bisher unerreichte Ziel der früheren Theorien, dieses Gesetz zu erklären, wird also auf wellenmechanischem Wege zwanglos, ohne künstliche Annahmen gewonnen. Ist anderer-

seits $x \gg 1$, also $T \ll \Theta$, so wird ersichtlich $\Phi(x)$ proportional mit

$$\frac{1}{x^3} = \frac{T^3}{\Theta^3}.$$

GRÜNEISEN findet bei seinen ausgedehnten Widerstandsmessungen für tiefste Temperaturen ein Verhalten analog demjenigen der spezifischen Wärmen. Die Abnahme des Widerstandes mit abnehmendem T stellt er angenähert dar in der Form $\frac{T^4}{\Theta^5}$. Die theoretische Formel von HOUSTON lautet demgegenüber $\frac{T^3}{\Theta^3}$, paßt sich aber z. B. für Gold, das ein besonders normales Verhalten zeigt, dem Gange der GRÜNEISENschen Messungen fast ebenso gut an wie die mit empirischen Konstanten versehene GRÜNEISENsche Formel. Dies zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 1.

T =	20	68	90	169	273	373	513	773 °
x =	8,24	2,47	1,51	1,00	0,615	0,450	0,293	0,217
r_{ber} =	0,017	0,170	0,241	0,56	1,00	1,42	2,26	3,12
r_{beob} =	0,008	0,177	0,270	0,592	1,00	1,40	2,24	3,16

Relativer Widerstand $r = \frac{R_T}{R_{273}}$ von Gold, berechnet mit dem von DEBYE aus elastischen Messungen abgeleiteten Werte $\Theta = 168$.

Charakteristisch ist neben der Temperatur- auch die *Druckabhängigkeit* des Widerstandes. Sie wird theoretisch berechnet aus der Abnahme der Kompressibilität bei wachsendem Druck und in zweiter Linie aus der Zunahme der Elektronen- und Ionenzahl infolge der Volumverminderung. Die Kompressibilität geht in die Formel für den Widerstand dadurch ein, daß sich aus ihr die charakteristische Temperatur Θ berechnet. Die Elektronenzahl n andererseits bestimmt die Wellenlänge λ und daher auch die Größe von c und $H(c)$ in Gl. (14). Die Druckabhängigkeit des Widerstandes drückt sich als Differenz beider Änderungen aus. Die bekannten Beobachtungen von BRIDGMAN, z. B. bei Kalium im Bereich von 1—12 000 Atm., werden unter Benutzung seiner Kompressibilitätsmessungen auf diese Weise befriedigend wiedergegeben: theoretischer Wert der relativen Leitfähigkeitsänderung bei einer Atmosphäre 115.10^{-6}, beobachteter Wert 187.10^{-6}. Auch das bei Caesium beobachtete Minimum des Widerstandes wird durch die jetzt gewonnene Darstellung als Differenz zweier Größen verständlich.

Was die absolute Größe des Widerstandes betrifft, so hängt diese in empfindlicher Weise ab von der besonderen Annahme über die Größe von b, d. h. über die effektive Ausdehnung des Atoms. HOUSTON hat b versuchsweise gleich $^1/_4$ des Atomabstandes im Gitter gesetzt. Die unter dieser Annahme berechneten absoluten Werte für verschiedene Metalle bei 0° C zeigt die nächste Tabelle.

Tabelle 2.

	Li	Cu	Ag	Au	Al	Pb	Fe	Ni	Pt
Θ	231	332	214	168	403	73	472	439	228
σ_{ber} 10^{-17}	0,10	2,4	1,3	1,4	1,3	0,22	4,9	5,5	3,1
σ_{beob} 10^{-17}	1,06	5,8	6,0	4,4	3,6	0,47	1,00	1,14	0,90

Diese Zahlen sind mit der Annahme: ein Elektron pro Atom berechnet. Die prinzipielle Frage nach dem „Dissoziationsgrad" der Metallionen, d. h. nach der Anzahl der freien Elektronen pro Atom, wird in dieser Arbeit von HOUSTON ebensowenig wie in den vorangehenden Untersuchungen des Verf. in Angriff genommen; vielmehr wird die Anzahl n der freien Elektronen in der Volumeinheit als gegebene Größe behandelt. Es ist bemerkenswert, daß in der linken Hälfte der Tabelle, in der die einwertigen Metalle stehen (auch Al ist in gewissem Sinne einwertig, da es nach Abgabe eines Elektrons in eine abgeschlossene, mit He vergleichbare Schale übergeht), die berechneten Werte von σ etwa denselben Gang haben wie die beobachteten. In der rechten Hälfte der Tabelle kehrt sich dies Verhältnis um, besonders bei denjenigen Metallen, die eine größere Zahl von Außenelektronen besitzen. HOUSTON hat sich davon überzeugt, daß auch bei diesen Metallen das Verhältnis des berechneten zu dem beobachteten σ herabgedrückt und dem bei den einwertigen Metallen analog wird, wenn man annimmt, daß alle Außenelektronen „abgeschält" sind, also 2 bei Pb, 6 bei Fe, 8 bei Ni und Pt. (Man beachte die scheinbare Parodoxie, daß die Leitfähigkeit herabgesetzt wird, wenn die Zahl der freien Elektronen erhöht wird!) Rechnet man mit $b = {}^1/_6$ statt mit $b = {}^1/_4$ des Atomabstandes, so werden die berechneten Werte von σ den beobachteten nähergerückt; jedoch möchten wir einstweilen die Frage nach der numerischen Übereinstimmung offen lassen und nur die Übereinstimmung der Größenordnung betonen, die bei den berechneten wie bei den beobachteten Werten durch den Faktor 10^{-17} gegeben wird.

IV. Die Richtungsabhängigkeit der Leitfähigkeit und der Thermokraft von Einkrystallen.

Für die bisherige Theorie war es eine große Schwierigkeit, die Anisotropie von Leitungsvorgängen zu verstehen; aber auch diese Schwierigkeit löst sich wellenmechanisch befriedigend auf. Für die Streuung der Elektronenwellen verhalten sich reguläre Krystalle ebenso wie in der gewöhnlichen Optik isotrop. Anisotropieeffekte sind erst bei einachsigen oder rhombischen usw. Krystallen zu erwarten und sind in der Tat von GRÜNEISEN bei Cd und Zn (hexagonal) beobachtet. Für solche Krystalle ergibt sich nun auch theoretisch eine Abhängigkeit der freien Weglänge von der Richtung, aus der die Leitungselektronen gegen das betrachtete Atom anlaufen oder, wellentheoretisch ausgedrückt, aus der die Elektronenwellen einfallen. Dies folgt aus der DEBYEschen Formel für die Röntgenstreuung, welche von der Orientierung der einfallenden Strahlen gegen die Krystallachsen abhängt, dadurch daß sie die nach

den einzelnen Krystallachsen verschiedenen Elastizitätskoeffizienten des Gitters berücksichtigt. Im Vergleich mit der früheren Formel (13) steckt dabei die Richtungsabhängigkeit wesentlich im Nenner $H(c)$, d. h. in demjenigen anisotrop gebauten Ausdruck, der jetzt an die Stelle des früheren $H(c)$ tritt. Ferner hat man jetzt nicht mit einem einheitichen Θ, sondern für jede Achse mit einem besonderen Θ zu rechnen.

Bezieht sich $\sigma_\perp$ auf eine zur hexagonalen Hauptachse senkrechte Richtung, $\sigma_\parallel$ auf diese Hauptachse selbst, so ergibt sich theoretisch bzw. experimentell nach GRÜNEISEN und GÖNS für Cadmium:

$$\frac{\sigma_\perp}{\sigma_\parallel} = \begin{matrix}\text{ber.}\\ 1{,}4\end{matrix} \quad \begin{matrix}\text{beob.}\\ 1{,}2\end{matrix}$$

Überraschender als die Existenz der anisotropen Leitung selbst ist das Auftreten einer Thermokraft zwischen Teilen desselben Einkrystalles, die parallel oder senkrecht zur Hauptachse geschnitten sind. Wie BRIDGMAN zuerst gefunden und GRÜNEISEN-GÖNS bestätigt haben, treten hier Thermokräfte des normalen Betrages von einigen Mikrovolt auf, bei Cd 3.10^{-6} Volt bei 0° C. Die theoretische Erklärung muß auf die Abhängigkeit der freien Weglänge von der Geschwindigkeit Rücksicht nehmen, welche durch die Größe Λ (vgl. Gl. [12]) gegeben ist. Man berechnet, daß Λ für die beiden Richtungen $\parallel$ und $\perp$ merklich verschieden ist. Für den soeben genannten Fall findet HOUSTON als Größe der Thermokraft $0{,}5\ 10^{-6}$ Volt. —

Am Ende meiner ausführlichen Publikation habe ich unter „kritischen Schlußbemerkungen" gesagt: „Am bedenklichsten wird man gerade der einfachsten und fundamentalsten Folgerung, betr. das elektrische Leitvermögen, gegenüberstehen, dessen Temperaturabhängigkeit von unserer Theorie in ihrer jetzigen Form nicht wiedergegeben wird." Diese Bemerkung möchte ich jetzt in vollem Umfang zurückziehen angesichts der schönen Resultate der HOUSTONschen Arbeit, die mir alles zu leisten scheint, was man billigerweise von einer allgemeinen statistischen Theorie des elektrischen Leitvermögens verlangen kann.

Besprechungen.

MORTENSEN, HANS, **Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste.** Berlin: Weidmannsche Buchhandlung 1927. VIII, 191 S. und 9 Tafeln. 17 × 25 cm. Preis RM 18.—.

Eine sehr wertvolle Arbeit zur Morphologie der Wüste, und vorzüglich zu ihrer Entstehung, gibt uns HANS MORTENSEN in einer ausgedehnten Abhandlung *Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste* mit dem bezeichnenden Untertitel „Ein Beitrag zum Gesetz der Wüstenbildung", in den Abhandlungen der Ges. d. Wiss. zu Göttingen (math.-phys. Kl., Neue Folge 12, 1. 1927).

MORTENSEN bereiste, indem er einer Einladung des Herausgebers der „Landeskunde von Chile", Dr. CHR. MARTIN, folgte, in Begleitung von Herrn Dr. BERNINGER, Erlangen, während der Monate Juli-September 1925 das chilenische Wüstengebiet. Er hat in dieser Zeit viel gesehen und viel — gehört; mit Recht bemerkt er, daß den Berichten der Dauerbewohner einer Wüste ein ganz besonderes Gewicht beigemessen werden muß, da in ihrem ewigen Einerlei alle auffallenden Erscheinungen, vorzüglich wenn sie mit dem Klima in Verbindung stehen, fast als Tradition erhalten bleiben. Berg- und Hügelzüge, ebenso die Pampas der Kern- und Mittelwüsten, im einzelnen die Gebiete von *Taltal*, *Iquique* und *Tacna*, sowie die Randwüste *Atacama* werden morphologisch und genetisch untersucht, und zum Schluß unter Heranziehung des spezifischen Klimas eine Zusammenfassung sowie ein Vergleich mit anderen Wüsten gegeben.

Unterschieden werden in Nordchile die Gebiete, welche sich auf die Einwirkung gleichartiger Kräfte zurückführen lassen, und die dementsprechend einen übereinstimmenden Formenschatz aufweisen. So haben wir die *Kernwüste*, die ausschließlich durch das fließende Wasser geschaffen wurde, und die wir, von der Küste zur Puna fortschreitend, im Innern von *Taltal*, *Antofagasta* und *Tocopilla* finden. Erstarrt liegt diese Landschaft unter Umständen Jahrzehnte hindurch, bis eine der gefürchteten „Avenidas", jene unperiodischen Wasserfluten der Wüste, sei es als Folge lokaler Niederschläge oder auch von Niederschlägen weiter westlich, im Gebiete der Kordillerenzüge, umwandelnd eingreift.

Diese Wasser, welche übrigens auf eine Länge von einigen hundert Kilometern, innerhalb der letzten Jahre bei drei beobachteten Avenidas, eine Höchstbreite von 10—20 km haben, führen einen Schutt mit, welcher Abrollwirkungen nicht erkennen läßt, da es sich ja um starke Wasserführung während sehr kurzer Zeiten handelt, denen außerordentlich lange Perioden der Ruhe gegenüberstehen. BERNINGER hat den glücklichen Ausdruck „Schwemmschutt" vorgeschlagen, der übrigens in Nordchile im Gegensatz zu dem trockenen „Schuttfließen" W. PENCKS fest gepackt ist als eine Folge der Verbackung durch Salze unter Einfluß der Schwerkraft. Zwischen den oberen Schwemmschuttschichten, die bis 25 m Tiefe reichen, und einer weiteren zwischen 27—37 m, finden wir grobe, abgerollte Schotterlagen, die sich in 60 m wiederholen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Horizonte, ähnlich wie in Syrien und Arabien (BLANKENHORN), einer kleineren und großen Pluvialzeit entsprechen, welche den Eiszeiten (PASSARGE), also evtl. der Riß- und Mindel-Eiszeit Europas korrelationiert sind. Ob hierbei im Sinne J. BRUEGGENS die heutige chilenische Wüste humide war, und etwa den Charakter der Halbwüste im heutigen Gebiet von *Coquimbo* bis *Vallenar* trug, oder ob man sich der Meinung des Verfassers anschließt, welcher glaubt, daß bei einem auch damals rein wüstenhaften Charakter dieses Gebietes durch eine stärkere andine Vereisung, eine verstärkte und häufigere Wasserführung der Ströme in den Wüstenbetten bedingt war, ist von keiner einschneidenden Bedeutung.

Im Übergang zu der randwüstenhaften *Atacama*, wie wir sie im Süden von *Taltal*, also im Departement *Copiapó*, treffen, und ebenso, wenn auch weniger ausgeprägt, nach Norden zu, d. i. im Oasengebiet von *Tacna*, finden wir die *Mittelwüste*. Während die Randwüste bedingt ist durch äolische Einwirkung und die Wirkung der Schwerkraft, haben wir in der Mittelwüste, die wir zumeist westlich der Kernwüsten finden, eine Mischwirkung von Wasser-, äolischen und Schwerkrafts-

wirkungen, wobei bald das eine, bald das andere Element überwiegt. Das landschaftsbeherrschende Gebilde in der Kernwüste ist der *Staub*, der alle Hänge und Kuppen fast lückenlos überzieht, wobei die Zusammensetzung der Wüste kaum eine Rolle spielt, ganz gleich, ob es sich um Ergußgesteine, Sandsteine oder Kalke handelt.

Erst wo der Übergang zu der *Hochwüste* stattfindet, tritt das Herauspräparieren der Gesteine in den Vordergrund; aber auch die Mittelwüste in ihrer reinen Form weicht erheblich in der Oberflächengestaltung von der Kernwüste ab, wie z. B. im Gebiete von *Tacna*. So haben wir hier eine Wirkung des fließenden Wassers in den oberen Lagen, wo schuttarme kleine Täler auftreten, die stark erodierend wirkt. Die Schwerkraft tritt auf unzerschnittenen kleinen Flächen in Aktion. In den unteren Lagen sind die Talhänge stark verschüttet, und nur die unzerschnittenen Flächen sind frei von Schutt. Hier spielt die Zersetzung der Gesteine durch *Salz* eine Rolle. Diese Zersetzungsprodukte werden unter dem Einfluß äolischer Kräfte und der Schwerkraft verlagert.

Wie ist nun die charakteristische Ausbildung der Formen, sowie ihre Unterschiede in den einzelnen Gebieten, zu erklären? Es wurde schon betont, daß der geologische Untergrund kaum von Einfluß sein kann, daß aber umgekehrt große Unterschiede in dem Formenschatz vorhanden sind.

Mit der Ausbildung wüstenhafter Formen ist eng verbunden das Vorhandensein oder Fehlen von Staub oder einer *Staubhaut*. Letztere besteht aus dem gleichen Material wie der darunterliegende Staub selbst, welcher etwa 10 cm im Mittel mächtig ist; ein makroskopischer Unterschied der Haut, die etwas verhärtet, aber nur wenige Millimeter dick ist, ist nicht vorhanden. Der Staub ist grau oder weiß, je nach dem Salzgehalt. Auf der Staubhaut liegen häufig kleine Gesteinssplitter, welche sich zu einem richtigen *Steinchenpanzer* verdichten können; in diesem Falle ist das darunter liegende weiße Salzmehl, in dem sich vereinzelte Splitter befinden, nicht mit einer Haut versehen; Steinchenpanzer und Staubhaut ergänzen sich. Die Bildung der Haut geht auch in der Gegenwart, und zwar sehr rasch, vor sich. Wenige Jahrzehnte alte Wagen- und Fußspuren waren bereits mit einer solchen wiederum versehen. Ihre morphologische Bedeutung, gleich der des Steinchenpanzers, ist naturgemäß eine sehr wichtige. Wohl kann fließendes Wasser aufweichend wirken, aber nur die feineren Teilchen werden in Bewegung gelangen, während Steine und Blöcke liegen bleiben. Der Wind hingegen kann die schützende Haut überhaupt nicht angreifen, solange er nicht mit Schleifmaterial beladen ist. Der Steinchenpanzer bietet gegen normale, selbst stürmische Winde Schutz, und nur die zur Mittagszeit auftretenden schmalräumigen Windhosen können aufwühlen, mit den Gesteinssplittern korradierend wirken, und einen deflatorischen Effekt auf den darunter liegenden Sand ausüben. In den Mittelwüsten *fehlt die* für die Kernwüste charakteristische *Staubhaut*. Man könnte hier an die Tätigkeit tretender oder wühlender *Tiere* denken, deren morphologischer Einfluß für andere Wüsten (*Kalahari*) oft stark betont wird; aber mit Ausnahme des sehr seltenen Guanacos kommen Huftiere überhaupt nicht vor, und gerade in den Kernwüstengebieten von *Taltal*, nach der Puna zu sind die Guanacos häufiger, ohne daß hier eine die Form verändernde Wirkung ersichtlich wäre. Wühlratten, wie die Chinchillas und Vizcachas, finden sich vorzugsweise in den Randwüstengebieten und sind in Mittel- und Kernwüsten so selten, daß sie als morphologische Gestalter außer acht zu lassen sind: sie müßten in diesen übrigens im gleichen Sinne wirken.

Passarge hat des öfteren darauf hingewiesen, daß fließender Sand einen aktiven Faktor im morphologischen Geschehen darstellen kann, und zweifellos wäre die Sandgebläsewirkung imstande, die Staubhaut zu zerstören und damit die Bildung der extremförmigen Kernwüste zu verhindern; aber in der Kernwüste verwittert das Gestein eben nicht zu Sand (Rindenbildung, Wüstenlack), resp. wo er in den Trockentälern vorhanden ist als Ablagerung, ist er verbacken. Erst in den Mittelwüsten finden sich große Mengen *lockeren* Sandes. Besteht so auch eine Relation zwischen Fehlen der Staubhaut und dem Auftreten von Sand, so ist hierdurch das Problem gleichfalls nicht gelöst.

Zu untersuchen ist, welche *klimatischen* Unterschiede in den einzelnen Wüstengebieten auftreten, und ob diesen Formunterschiede entsprechen.

Die Verhältnisse der *Temperatur*, sowohl in ihren Höchstwerten wie in ihrer Schwankung, lassen einen unmittelbaren Zusammenhang mit den verschiedenen Formen der chilenischen Wüste nicht erkennen. Eher würde man versucht sein, den *Niederschlägen* einige Bedeutung in dieser Hinsicht beizumessen. Wir müssen die Küstengebiete, sowohl hinsichtlich der Niederschlagshöhe wie der Periodizität nach, als *arid* bezeichnen, besonders da niederschlagslose Jahre nicht selten sind. Immerhin kann es hier mancherorts im Jahresmittel ein- bis zweimal regnen (meist als feiner Nieselregen oder *Garua*), während in der küstennahen Zone oder noch weiter östlich jahrelang kein Regen fällt. Umgekehrt kommen, wie in der Salpeterpampa von *Taltal*, nicht gar zu selten Niederschläge vor, die denen der an dieser Stelle schon relativ feuchten Küste entsprechen, oder die, wie im Innern von *Arica*, z. B. in *Tacna*, sogar größer sind.

Unter allen Umständen zeigt das nordchilenische Wüstengebiet die größte Aridität gegenüber anderen bekannten Wüsten. Im *Inneren* von Iquique, Tocopilla und Pisagua besteht ein *absoluter Mangel an Vegetation*, die nur auf den Küstenbergen in kurzer Blütenpracht gelegentlich auftritt. Grund für dieses Fehlen ist nicht nur der Regenmangel, sondern auch vor allem die Versalzung des Bodens.

Vergleichen wir die Regenverteilung jener Gebiete, so ist ersichtlich, daß eine Beziehung unmittelbarer Art zwischen Niederschlägen und Formenschatz nicht immer zu erkennen ist, da z. B. die *Brea*-Wüste (Potrerillos), welche der extremen Kernwüste zuzurechnen ist, keine anderen Regenverhältnisse zeigt wie die Mittelwüste *Taltals*. Im allgemeinen besteht aber wohl eine Übereinstimmung zwischen Niederschlagsverteilung der mehr oder weniger extremen Ausbildung wassergeschaffener Formen. Mit steigenden Regenmengen nehmen wassergeschaffene Formen ab, da die Verbackung des Sandes dann öfter aufgehoben wird. Die evtl. gebildete Staubhaut würde durch Flugsand zerstört werden, oder aber ihre Entstehung würde bei reichlichem Niederschlag verhindert. Unter den Faktoren, die an der Formbildung beteiligt sein könnten, wäre auch an den *Wind* zu denken. Mittlere Windgeschwindigkeiten sind in Nordchile allenthalben vorhanden, aber es ist ja gerade auffallend, daß trotzdem im Kernwüstengebiet kein fliegender Staub vorhanden ist. Einen Zusammenhang zwischen Luftbewegung und Formbildung in den verschiedenen Wüsten lassen überdies die allerdings kärglichen Beobachtungen nicht erkennen.

Weiter untersucht Mortensen den möglichen Einfluß der Bewölkung, von Tau und Nebel, unter denen

die feuchten *Cananchacas* der Küste besonders charakteristisch sind. Ein enger Zusammenhang zwischen all den Faktoren besteht jedenfalls nicht, wenn auch gewisse Formunterschiede durch die Häufigkeit von Küstennebeln wahrscheinlich sind. Jedenfalls zeigt die Taltalwüste, daß mit dem Fehlen von Nebeln noch keine Kernwüstenbildung bedingt ist.

Eine *verblüffende Parallelität* zeigt sich zwischen der verschiedenen Ausbildung des *Formenschatzes* und der *„Defizitkarte"* (W. Knoche), d. h. einer Karte, welche die Isodifferenzen zwischen Niederschlag und Verdunstung widergibt. Nach ihr läßt sich der Ariditätsgrad verschieden arider Gebiete gut beurteilen, ja selbst die Grenze der Aridität (Gleichgewicht zwischen Niederschlag und Verdunstung im Jahresmittel) feststellen. Da die Verdunstung für die Defizitkarte in Nordchile der maßgebende Faktor ist, so besteht naturgemäß eine Parallelität zwischen Formenschatz und Verdunstung. Die Verdunstung wurde übrigens *berechnet*, d. h. sie enthält den Einfluß von Temperatur, Feuchtigkeit, Wind und Höhe. Mortensen zeigt, wie das Gebiet östlich von Antofagasta, also das Zentrum der Kernwüste, am Niederschlagsdefizit gemessen, tatsächlich das extremste Gebiet der gesamten chilenischen Wüste darstellt. Die Achse des Gebietes mit großem Niederschlagsdefizit verläuft von dem Zentrum nach Norden mit einer schwachen Komponente gegen Westen. Es deckt sich in guter Weise mit dem Vorwiegen kernwüstenhafter Staubhaut in der Mittelkordillere, während in der Küstenkordillere (Tocowüste), mittelwüstenhafte Hänge in vorzüglicher Parallele zu der geringeren Verdunstung stehen. Die Achse des Gebietes mit stärkster Verdunstung verläuft dort nicht auf der Küstenkordillere, sondern im Gebiet der Mittelkordillere! Nach Süden zu verläuft die Achse in südöstlicher Richtung, so daß die Taltalwüste, ihrem Formenschatz entsprechend, außerhalb des extremsten Gebietes liegt. Das Mittelwüstengebiet von Iquique und vorzüglich das vom Kernwüstengebiet am meisten abweichende Gebiet von Tacna zeigen ein sehr viel geringeres Niederschlagsdefizit als etwa die Kernwüste von *Calana*. Besonders hervorzuheben ist, daß die *Brea*-Wüste, die *regenreicher* ist als Taltal, doch *kernwüstenhaften* Charakter trägt und sich in dem Gebiet des größten Niederschlagdefizits befindet. Die küstennahen Wüstengebiete fügen sich bei einem verhältnismäßig geringen Niederschlagsdefizit in das Gesamtbild ein. Wie läßt sich nun der Zusammenhang zwischen Verdunstung und extremer Ausbildung des Formenschatzes erklären? Es scheint, daß die Staubhaut gerade dort am kräftigsten entsteht, wo die Verdunstung ganz besonders stark ist, daß also die in den Boden gelangende Feuchtigkeit, sei es als Folge des Niederschlages oder der Hygrophilie, besonders schnell aus den obersten Schichten herausgezogen wird. Doch führt der Weg von der Verdunstungshöhe zu der Entwicklung oder dem Fehlen extremer Wüstenhaftigkeit über den Sand. Dieser ist in der Kernwüste vorhanden, aber verbacken, so daß er nicht ins Fliegen geraten kann. Der feucht abgelagerte Sand wird hier infolge einer sehr schnellen Verdunstung durch die in ihm enthaltenen Salze zementiert. Auf diese Weise wird sowohl die Bildung der Staubhaut wie auch ihre Erhaltung durch das Nichtvorhandensein korrodierenden Sandes als Folge der Verdunstung, im Gegensatz zu den Randwüstengebieten, und auch zu den zwischen ihnen liegenden Mittelwüsten, erklärt.

Niemand, der an der vielgestaltigen Morphologie und ihrer Genetik der Wüste ein Interesse hat, dürfte, nach den bezüglichen Arbeiten von A. Penck, S. Passarge, E. Kaiser, R. Gradmann u. a., an der Studie H. Mortensens vorübergehen.

W. Knoche, Santiago-Chile.

SUPAN †, ALEXANDER, **Grundzüge der physischen Erdkunde.** 7. gänzlich umgearbeitete Auflage unter Mitwirkung von Kurt Brüning, Walter Georgii, Gerhard Schott, Fritz Machatschek, Erich Leick und Ferdinand Pax herausgegeben von Erich Obst. Bd. I. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1927. XI, 495 S., 113 Figuren im Text und 5 Buntdrucktafeln. 17×25 cm. Preis geh. RM 22.—, geb. RM 24.—.

Länger als vier Jahrzehnte hat das bedeutendste von Alexander Supans Lebenswerken allen denen, welche die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften auf die Erdoberfläche in geographischem Sinne anzuwenden hatten, als unübertroffener, stets zuverlässiger Führer gedient. Sieben Jahre nach Supans Tode erscheint nunmehr die 7. Auflage des berühmten Handbuches in neuem Gewande. Der Herausgeber hat in weiser Selbsterkenntnis darauf verzichtet das mächtig angewachsene Gebiet der gesamten physischen Erdkunde allein zu bearbeiten, sondern sich die Mitarbeit anerkannter Autoritäten für die einzelnen Teildisziplinen gesichert. Damit ist ein Weg beschritten worden, den auch andere Handbücher der allgemeinen Geographie in Zukunft einschlagen dürften, denn immer spärlicher wird die Zahl derjenigen Forscher, welche die Entwicklung und das Emporblühen der modernen Geographie von ihren Anfängen vor einem halben Jahrhundert bis zur Gegenwart miterlebt, sich produktiv daran beteiligt haben und daher imstande sind, das ganze große Wissensgebiet noch einigermaßen vollständig zu beherrschen. Seitdem sich aber immer mehr ursprüngliche Einzelgebiete der allgemeinen Erdkunde zu selbständigen Wissenschaften ausgebildet haben und die Geographie gewissermaßen nur als Dachkonstruktion die verschiedenen Zweige naturwissenschaftlicher Forschung zu einem einheitlichen Gebäude vereinigt und zusammenhält, muß auch bei ihr jene Arbeitsteilung eintreten, die bereits in zahlreichen anderen Naturwissenschaften mit Vorteil und Erfolg vorgenommen worden ist.

Im ersten einleitenden Abschnitt schildern E. Obst und K. Brüning die Erde als Weltenkörper und beschreiben ihre physikalischen Eigenschaften, die stoffliche Zusammensetzung der Erdkruste und des Erdinnern, Wärmezustand und Schwerkraftverteilung. Die Lehre von der Isostasie und die Theorie der Kontinentverschiebung von Alfred Wegener werden eingehend gewürdigt. Daß die Ergebnisse, der Deutschen Atlantischen „Meteor"-Expedition als Argumentation gegen die Wegenersche Verschiebungstheorie geltend gemacht werden, ist bisher nicht bekannt geworden und auch wenig wahrscheinlich. Dem Erdmagnetismus, über den die früheren Auflagen des Werkes überhaupt nichts enthielten, ist eine farbige, von Burath bearbeitete Isogonenkarte für 1927 gewidmet, und bei der Behandlung des Polarlichtes sind die neuen Theorien von Birkeland und Störmer der Darstellung zugrunde gelegt. Im Kapitel über die Gestaltung der Erdoberfläche werden die Energiequellen der endogenen und exogenen Kräfte erörtert und Überblicke über die Erdgeschichte, die gegenwärtige Verteilung von Wasser und Land, die Oberflächengestaltung des Festlandes, sowie die hierfür in Betracht kommenden Gesetzmäßigkeiten gegeben. Eine farbige Weltkarte mit Isohypsen und Isobathen bildet eine willkommene Beigabe zu diesem Teil.

Der zweite Abschnitt über die Lufthülle von W.

GEORGII bringt zunächst in ähnlicher Weise wie die 6. Auflage, aber unter Berücksichtigung der inzwischen erzielten Fortschritte kurze Übersichten über Höhe und Zusammensetzung der Atmosphäre, Einfluß von Sonnenhöhe, Dicke der Luftschicht und Dauer des Sonnenscheins auf die Erwärmung der Erdoberfläche, Verteilung der Lufttemperatur in der Vertikalen und der Horizontalen, periodische und unperiodische Temperaturschwankungen. In dem Kapitel über Windsystem und Windgebiete dagegen ist die ältere Konvektions- oder thermische Theorie, welche die Bildung der Tiefdruckgebiete durch eine atmosphärische Gleichgewichtsstörung über relativ warmem Gebiete zu erklären suchte, aufgegeben worden zugunsten der modernen Polarfronttheorie von V. BJERKNES mit ihren Stromlinien, Aufgleitflächen, Zyklonenfamilien und Okklusionen. Auch in den folgenden Kapiteln über die Hauptwindsysteme der Erde, die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre, Passatgebiete usw. tritt die neue Anschauung gegenüber der früheren deutlich in die Erscheinung. Es folgen Beschreibungen der lokalen Windsysteme (Berg- und Talwind, Land- und Seewind, Mistral, Bora, Föhn, Scirocco usw.), Kapitel über Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Niederschläge und deren geographische und jahreszeitliche Verteilung, sowie die Verbreitung des Schnees. Den Beschluß des Abschnittes macht eine Darstellung der Klimate, ihrer Typen und Änderungen in historischer Zeit wie im Laufe der geologischen Epochen. Hier schließt sich der Verfasser im wesentlichen der neuesten Auffassung von KÖPPEN an, dessen farbige Erdkarte der Klimagebiete aus PETERMANNS Mitteilungen beigegeben ist. Bei der Erörterung des Gesamtproblems der Paläoklimatologie bekennt sich der Verfasser zu der KÖPPEN-WEGENERschen Theorie der Polwanderung, die durch eine Kartenskizze veranschaulicht wird.

Der dritte Abschnitt über das Wasser zerfällt in zwei Teile. Im ersten behandelt G. SCHOTT mit gewohnter Meisterschaft das Meer, seine Morphologie, Salzgehalt und Dichte des Meerwassers, Wellenbewegung, Gezeiten, Meeresströmungen und Temperaturverteilung an der Oberfläche wie in den Tiefen. Auf Seite 277 ist schon eine provisorische Tiefenkarte des südlichen Atlantischen Ozeans nach den Echolotungen der im Juni 1927 zurückgekehrten Deutschen „Meteor"-Expedition reproduziert. In einem besonderen Kapitel „Der Mensch und das Meer" wird ein Überblick über die Verkehrswege zur See, deren wirtschaftliche Bedeutung und den Wert der Seefischerei gegeben. Farbige Weltkarten der Meerestiefen und der Oberflächenströmungen veranschaulichen die Formen der Meeresräume und die Bewegungen des sie erfüllenden Wassers.

In dem Teil über das Wasser des Festlandes schildert F. MACHATSCHEK zunächst den Kreislauf des Wassers und würdigt dann in einzelnen Kapiteln das Bodenwasser, dessen Herkunft er hauptsächlich der Versickerung zuschreibt, die Quellen, die Flüsse, ihr Gebiet, ihre Größe, Wasserführung, Temperatur und ethnographische Bedeutung, sowie schließlich die Seen, ihre Becken, ihr Werden und Vergehen, ihren Wasserhaushalt, Wärmeschichtung, Eis, Farbe, Salzgehalt und ihre Bedeutung für den Menschen.

Während in den früheren Auflagen die Gletscher in dem Abschnitt über die Lufthülle behandelt wurden, haben sie jetzt ihren Platz an der richtigen Stelle bei den Gewässern des Festlandes gefunden. MACHATSCHEK gibt eine vorzügliche Darstellung der Erscheinungsformen und des Haushaltes der Gletscher, der Theorien ihrer Bewegung und der geographischen Verbreitung. Beachtenswert ist, daß ein so hervorragender Gletscherforscher sich nicht für eine bestimmte Gletschertheorie entscheidet, sondern betont, daß die einzelnen Theorien sich eher ergänzen, als daß sie sich aufheben.

Ein besonderer Vorzug des Gesamtwerkes ist, daß es auf einem ganz modernen Standpunkt steht und die Fortschritte der einzelnen Naturwissenschaften, vielfach bis zum Erscheinungsjahr, berücksichtigt, während es in der Anordnung des Stoffes, in der Fülle der Literaturangaben, sowie in der Sorgfalt und Ausführlichkeit des Registers der alten bewährten Tradition des Begründers dieses Meisterwerkes folgt. Die gewählte Ausstattung in Papier, Druck, Illustrationen und Tafeln entspricht dem inneren Wert des Buches.

O. BASCHIN, Berlin.

Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. Mit Benutzung amtlicher Quellen herausgegeben von HANS MEYER, ALBRECHT PENCK, PAUL STAUDINGER. 34. Band. In Kommission bei E. S. Mittler u. Sohn, Berlin 1926/27. Preis 10 RM.

Auch dieser Band enthält wie der vorige (Naturwissenschaften 15, 319. 1927) eine Reihe von wichtigen Abhandlungen. F. JAEGER gibt eine Monographie der Etoschapfanne im nördlichen Südwestafrika, eines vegetationslosen ehemaligen Seebodens, der als 200 km breiter, menschenleerer Streifen ein bedeutendes Verkehrshindernis darstellt. Abbildungen und eine Karte in 1:400000 erläutern diese grundlegende Arbeit. W. STACKLER hat auf Grund der Ergebnisse der ostafrikanischen Pendelexpedition von ERNST KOHLSCHÜTTER den isostatischen Zustand Ostafrikas näher untersucht und auf einer Karte die Schollengrenzen festgelegt, in welche die Erdkruste dort durch die Grabenbrüche zerstückelt worden ist. Er gelangt zu einem Resultat, welches die von ALFRED WEGENER in seiner Kontinentalwanderungstheorie aufgestellte Behauptung bestätigt, daß die Grabenbildung durch horizontal wirkende Kräfte geschieht. G. KNOTHE schildert die Lage der Eingeborenen Südafrikas in sozialer und politischer Beziehung. H. RECK würdigt die prähistorischen Grab- und Menschenfunde in Ostafrika, namentlich das Gräberfeld von Engaruka, die neolithischen Gräber von Ngorongoro, die steinzeitlichen Funde in Britisch-Ostafrika, den fossilen Menschenfund von Oldoway und die aus diesen Funden feststellbaren Beziehungen zur Pluvialzeit. Eine Lageskizze in 1:2000000 bietet eine willkommene Orientierungsmöglichkeit. W. METHNER bringt einen historischen Überblick über die Besteigungen des Kilimandjaro. E. PINKWART erörtert die bei Kolonialtriangulierungen zu beobachtenden Korrektionen der Horizontalrichtungsmessungen. FREIHERR V. STEIN ZU LAUSNITZ gibt die Mündungen des Ssanga und Likuala-Mosaka nach seinen Aufnahmen auf der Likuala-Kongo-Expedition 1913—1914 in einer zweiblättrigen Karte in 1:25000 wieder und erläutert sie durch kartographische, geologische, botanische, zoologische und ethnologische Notizen. Den Ursprung und die Wanderungen der Fulbe in Westafrika behandelt F. K. DÜHRING an der Hand einer Übersichtsskizze. Den Beschluß des reichhaltigen Bandes bildet ein sehr interessanter Bericht von H. DETZNER über die deutschen Kolonien unter Mandatsverwaltung während des ersten Jahrfünftes, aus dem deutlich hervorgeht, daß die frühere deutsche Verwaltung dem jetzigen Mandatssystem weit überlegen war. O. BASCHIN.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.